ЛЕКЦИЯ № 1 · Проект MATLAB IoT

Введение в MATLAB и технологии Интернета вещей (IoT)

Применение MATLAB на платформе Raspberry Pi

Бельгибаев Бауржан Абдрахимович
Д.т.н., доцент
Кафедра «Искусственный интеллект и big data»

Цель и план лекции

Цель

Сформировать системное представление об архитектуре IoT, MATLAB и MATLAB Online, интерфейсах Raspberry Pi, получении, передаче, анализе и визуализации данных. Результат — простой учебный проект мониторинга.

1. Предмет дисциплины
2. Архитектура IoT
3. MATLAB: среда и вычисления
4. MATLAB Online
5. Raspberry Pi
6. Интеграция и ThingSpeak
7. Обработка и контроль качества
8. Сквозной пример
9. Применения и безопасность

1. Интеллектуальное управление и роль IoT

Простая автоматизация
Заданные логические правила: датчик → регулятор → исполнительный механизм.

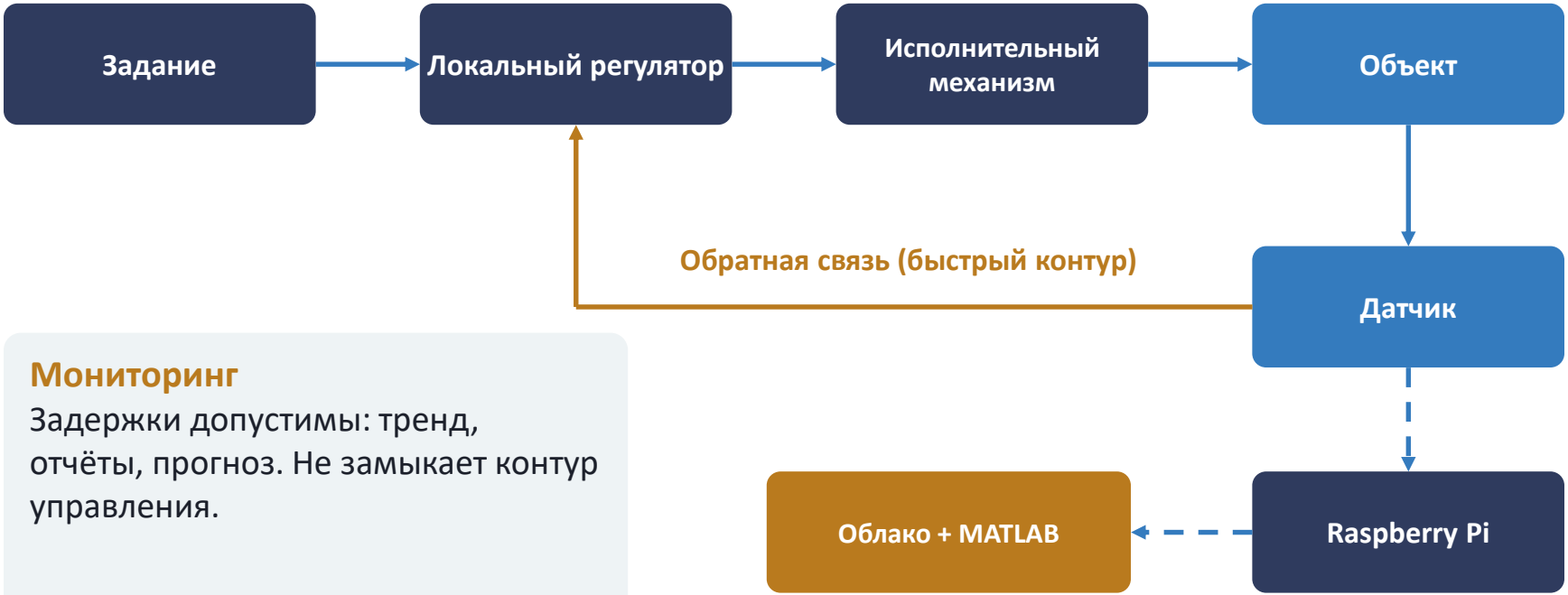
Интеллектуальная система
Модели и анализ данных: оценка режима, поиск отклонений, прогноз, управление с учётом ограничений.

Локально
Защитное отключение — за миллисекунды.

В облаке (MATLAB)
Тренд и оценка технического состояния.

Сетевой мониторинг ≠ замкнутый контур: критичное — на локальном контроллере

Контур управления и IoT-мониторинг



Мониторинг

Задержки допустимы: тренд, отчёты, прогноз. Не замыкает контур управления.

2. Архитектура IoT и потоки данных

1. Физический
Объект, датчики, исполнительные механизмы

2. Сетевой
UART, I^2C, SPI; Ethernet, Wi-Fi; HTTP, MQTT

3. Обработки
Фильтрация, признаки, аномалии, история

4. Прикладной
Графики, отчёты, предупреждения



Пара (t_i, x_i): $f_s = 1/\Delta t$. При $\Delta t = 5$ с: 0,2 Гц = 12 отсчётов в минуту

3. MATLAB: среда, переменные, вычисления

Рабочая среда

Command Window, Workspace, Current Folder, Editor, Figure

Синтаксис и операции

= присваивание, % комментарий, ; без вывода; T и t различны. A*B — матричное, A.*B — поэлементное. mean, max, min, std.

```
a = 12; b = 5;
summa = a + b;       % 17
ratio = a / b;       % 2.40
T = [24.8 25.1 25.6 26.0];
Tmean = mean(T);     % 25.375
fprintf('%.2f C\n',Tmean);
```

Вывод 25,38 — это формат; в переменной остаётся 25,375

4. MATLAB Online: работа и ограничения

Шаг 1
Открыть MATLAB Online и войти

Шаг 2
Создать папку проекта

Шаг 3
Создать скрипт .m

Шаг 4
Выполнить команды

Шаг 5
Проверить Command Window и Workspace

Шаг 6
Зафиксировать данные и версии

Браузер ≠ доступ к GPIO/USB. Сначала — массив данных, затем файл или сеть

5. Raspberry Pi: архитектура и интерфейсы

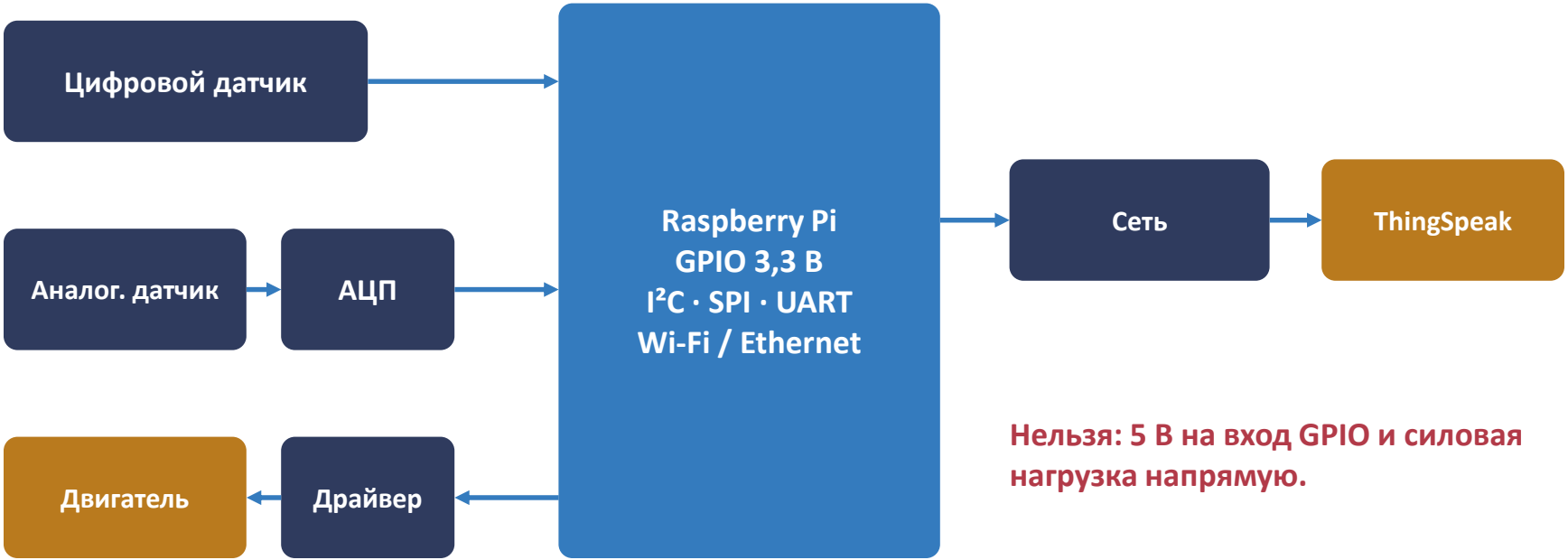
GPIO
Цифровые линии, уровни 3,3 В. 5 В на вход подавать нельзя; нагрузки — через драйверы.

Нет аналогового входа
Для аналогового датчика нужен внешний АЦП или цифровой модуль.

Интерфейсы
I²C — адресуемые модули, SPI — быстрый обмен, UART — последовательные байты, Ethernet и Wi-Fi — сеть.

Надёжность
Штатное питание, корректное выключение ОС, защита от помех. Для прототипов, не для промышленности без оценки.

Схема подключения к Raspberry Pi



Нельзя: 5 В на вход GPIO и силовая нагрузка напрямую.

6. Интеграция: Raspberry Pi, MATLAB, ThingSpeak

1. CSV-файл
Запись на Pi, затем обработка в MATLAB. Без сети — лучший старт.

2. Сеть / API
Pi — клиент, MATLAB читает данные через API. Для удалённого мониторинга.

3. Пакеты MathWorks
Зависят от версии и лицензии. Проверить до лабораторной.



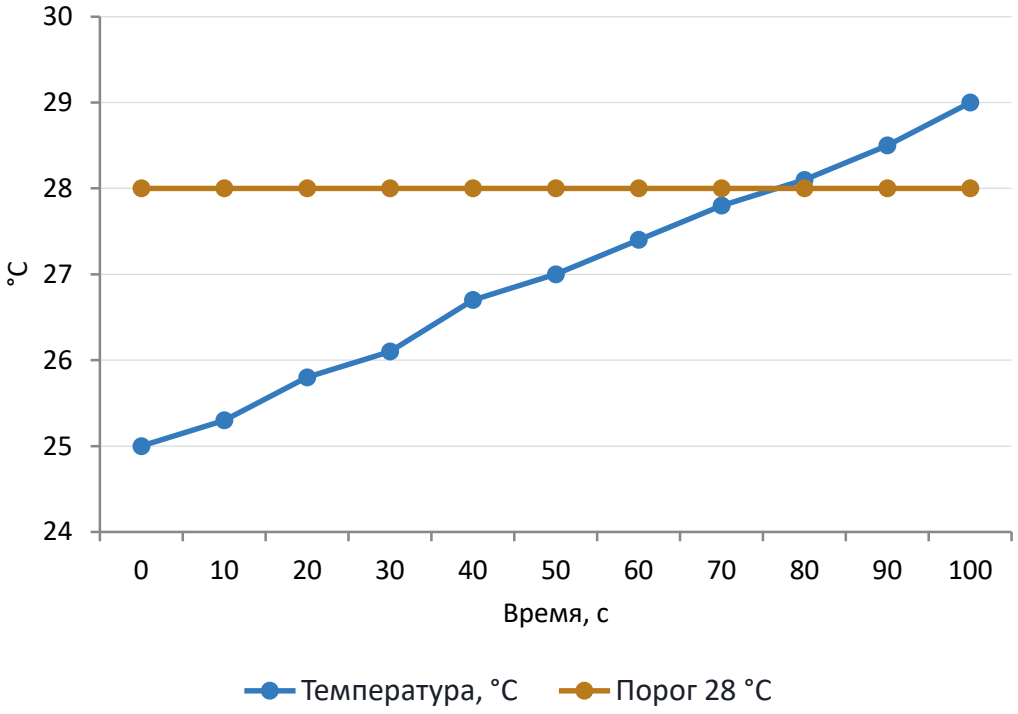
ThingSpeak: канал → поля. Ключи не публиковать; нужна буферизация при потере связи

ThingSpeak: канал и поля



Ключи не публиковать; период записи — в рамках лимита канала

7. Обработка и контроль качества измерений



26,97 °C среднее

29,0 °C максимум

3 превышения порога

Скользящее среднее даёт задержку и скрывает пики; гистерезис снижает ложные тревоги.

8. Сквозной пример: мониторинг температуры

1. Входы и выходы, единицы
2. Проверка данных
3. Среднее, максимум, превышения
4. График и порог 28 °C
5. Переход к Raspberry Pi
6. Оценка системы

```
assert(numel(t)==numel(T)); assert(all(isfinite(T)));
nAlarm = sum(T > limit);    % число превышений
if nAlarm > 0, disp('ВНИМАНИЕ: превышение порога'); end
writetable(table(t(:),T(:)),'temperature_log.csv');
```

9. Применения, надёжность и безопасность

Робототехника
Заряд, температура двигателей, траектории. Жёсткое управление — локально.

Пищевая промышленность
Пастеризация, pH, давление; сравнение с профилями.

Сельское хозяйство
История микроклимата теплицы и рекомендации оператору.

Проверить в проекте
Калибровку датчиков
Потерю связи и сбои питания
Права доступа и ключи API
Резервное хранение
Тесты: пропуск данных, неверное значение, нет сети

Итоги и контрольные вопросы

Главное

IoT: четыре уровня.
MATLAB: массивы, анализ, графики.
Raspberry Pi: сбор и передача данных.
Прототип: данные → проверка → расчёт → график → CSV.

Вопросы

Чем * отличается от .* ?
Почему нужны метки времени?
Зачем внешний АЦП?
Почему скользящее среднее опасно для защиты?
Почему критичное управление не в облаке?