

# Лекция 5 Этапы разработки микропроцессорных систем

---

План курса «Встраиваемые микропроцессорные системы»:

**Лекция 1:** Введение. Язык программирования C

**Лекция 2:** Язык программирования C, применение для встраиваемых систем

**Лекция 3:** Стандартная библиотека языка C

**Лекция 4:** Ядро ARM Cortex-M3. Микроконтроллер Миландр K1986BE92QI

**Лекция 5:** Этапы разработки микропроцессорных систем

**Лекция 6:** Разработка и отладка программ для встраиваемых систем

**Лекция 7:** Архитектура программного обеспечения

**Лекция 8:** Периферийные модули: Timer, DMA, ADC, DAC

**Лекция 9:** Периферийные модули: CAN, USB, Ethernet, SDIO

# Системы управления

Наименование	Стоимость разработки	Стоимость устройства	Обновление и исправление	Размер	Вес	Энергопотребление	Производительность
<b>Дискретная логика</b>	низкая	средняя	сложное	большой	большой	высокое	высокая
<b>ASIC</b>	очень высокая (\$500K за набор масок)	очень низкая	очень сложное	очень малый	очень маленький	низкое	очень высокая
<b>ПЛИС (FPGA, PLD)</b>	низкая	средняя	легкое	малый	маленький	среднее	высокая
<b>Процессора + память + периферия</b>	низкая или средняя	средняя	легкое	средний и малый	средний и малый	среднее	средняя
<b>Микроконтроллер</b>	низкая или средняя	низкая или средняя	легкое	малый	маленький	низкое или среднее	низкая или средняя
<b>Промышленный ПК</b>	низкая	высокая	легкое	средний	средний и малый	среднее	средняя

Аппаратное решение и программа, работающая на аппаратном решении.

## 1. Проблемно-ориентированные программируемые контроллеры:

- контроллер дизель генератора, программируемый термостат и т.д.
- контроллер станка с ЧПУ и т.д.;

## 2. Универсальные средства автоматизации:

- промышленные компьютеры (IPC - Industrial PC): CompactPCI, PXI, PC/104;
- программируемые логические контроллеры ПЛК (PLC - Programmable Logic Controller): Siemens, Eaton, Овен;
- одноплатные компьютеры (SBC – Single Board Computer):
  - для обучения: Raspberry Pi, Beagle Bone;
  - промышленные: Advantech, Axiomtek;

## 3. Встраиваемые микропроцессорные системы:

- системы на модуле (SOM - System on Module): модули передачи данных, микропроцессорные модули;
- специально разработанная микропроцессорная система.

# Проблемно-ориентированные контроллеры

---

Программируются только параметры (уставки) управления и тип алгоритма управления. Нет возможности полного изменения программы.

Примеры:

- Программируемый термостат



- Контроллер станка с ЧПУ



# Универсальные средства автоматизации

---

- Промышленные компьютеры (IPC):
  - Могут иметь исполнение предназначенное для эксплуатации в неблагоприятных условиях (пыль, химически агрессивные среды и т.д.);
  - Как правило выполняются на основе модульной конструкции. В качестве модулей применяются: центральный процессор, блоки памяти, блоки ввода/вывода. Модули объединяются внутри корпуса через внутреннюю магистраль (CompactPCI, PXI, PC/104).  
Пример: 8 релейных выходов, 8 аналоговых входов +/- 10 В, 8 цифровых входов с гальванической развязкой.
  - Основаны на операционной системе общего назначения (Linux, Windows) или операционной системе реального времени;
  - В качестве промышленного компьютера может выступать ПК со специальными блоками ввода/вывода.



# Универсальные средства автоматизации

---

- Промышленные логические компьютеры (ПЛК):
  - Прикладная программа разрабатывается на специальном языке (например, LD – Ladder Diagram, FBD – Function Block Description и подобные);
  - Работают по циклу: чтение входов – вычисление – запись выходов;
  - Длительность цикла, как правило, равна 1 мс.
- Одноплатные компьютеры
  - Для обучения (Raspberry Pi, Beagle Bone)
    - Множество обучающих материалов
    - Предназначены только для домашнего использования и обучения
    - Требуют разработки модулей сопряжения
    - Операционная система Linux
  - Промышленные одноплатные компьютеры
    - Требуют разработки модулей сопряжения
    - Операционная система Linux или другие ОСВР
    - Могут иметь расширенный температурный диапазон и защиты от электромагнитных помех



# Встраиваемые микропроцессорные системы

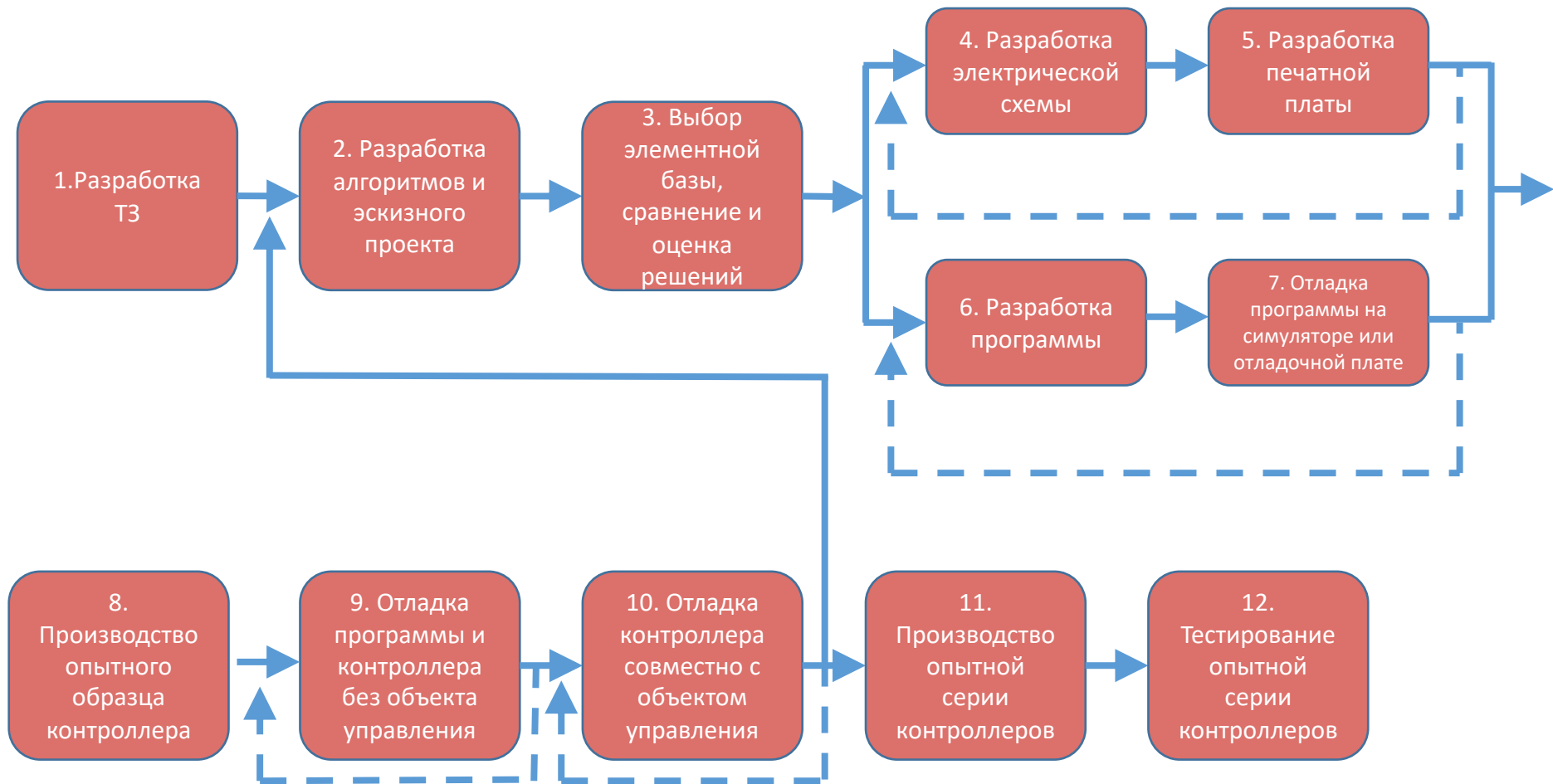
---

- Системы на модуле (SOM - System on Module):  
модули передачи данных, микропроцессорные модули;
  - Модули выполнены в виде печатной платы с размещенными компонентами;
  - Требуется разработка системы питания, системы ввода/вывода и корпуса.



- Специально разработанная микропроцессорная система:
  - Требуется полный цикл разработки устройства (от ТЗ до производства);
  - Разработка целесообразна при отсутствии решений на рынке или большой серийности.

# Этапы разработки микропроцессорной системы





# Выбор элементной базы: выбор микроконтроллера

---

**Нет строгого алгоритма выбора микроконтроллера.**

Выбор зависит от многих факторов:

1. Периферийные модули и интерфейсы;
2. Размер памяти программы и памяти данных;
3. Энергопотребление;
4. Производительность и максимальная частота;
5. Корпус;
6. Условия эксплуатации (напряжение, температура, электромагнитная обстановка);
7. Цена и доступность;
8. Срок производства;
9. Безопасность программного обеспечения;
10. Средства разработки;
11. Доступность указаний по применению (application notes), примеров (reference designs), поддержки, отладочных плат (demonstration and evaluation boards);
12. Не технические факторы.

# Отладка программы на симуляторе и отладочной плате

---

## Программные средства

1. Симулятор – симуляция части или всей микропроцессорной системы на ПК
2. Запуск фрагментов программы не связанных с аппаратными средствами контроллера на ПК

## Аппаратные средства

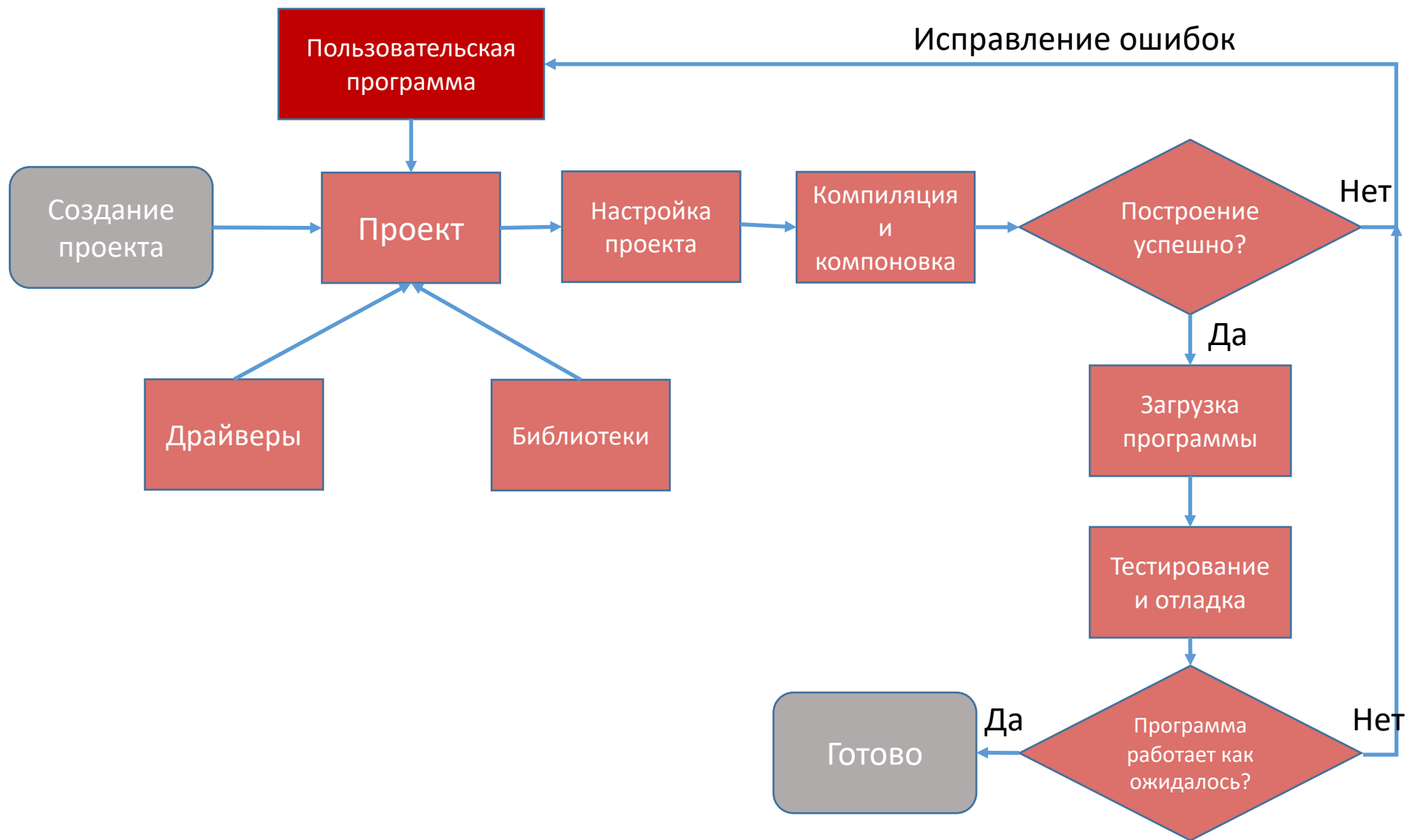
1. Отладка с помощью средств прототипирования:
  - Starter Kit – отладочная плата для оценки некоторых возможностей микропроцессорной системы, часто проблемно ориентирована;
  - Demonstration Board – отладочная плата для оценки основных возможностей микропроцессорной системы;
  - Evaluation Board – отладочная плата с максимальным количеством периферии и возможностью создания прототипа устройства на ее основе;
2. Программирование и отладка на основе собственных, специально разработанных средств.

# Средства для разработки и отладки микропроцессорной системы

---

1. Средства разработки программного обеспечения (интегрированная среда разработки Keil MDK-ARM или набор средств разработки (toolchain));
2. Отладочная плата или прототип устройства (отладочная плата K1986BE92QI);
3. Программатор/отладчик (Phyton JEM-ARM-V2);
4. Драйверы периферии микроконтроллера (Standard Peripheral Library для K1986BE92QI);
5. Примеры;
6. Документация;
7. Дополнительное оборудование (преобразователи интерфейсов (USB-RS232), осциллограф, генератор импульсов, источники питания и т.д.).

# Процесс разработки встраиваемого программного обеспечения



# Заключение

---

1. Перед разработкой специализированной микропроцессорной системы необходимо определить наличие готовых решений и оценить целесообразность разработки;
2. Наличие отладочных плат или симуляторов позволяет распараллелить работу инженеров-электронщиков и инженеров-программистов. Программисты могут начать работу еще не имея самого устройства или объекта управления;
3. Основным компонентом современных электронных устройств является микроконтроллер, поэтому выбор его является критически важной задачей для успешности всего проекта.