

ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

FLE4C-30MT

программируемый логический контроллер
(версия для FLProg, транзисторные выходы)

Оглавление

1. Назначение и область применения	3
2. Архитектура и основные технические характеристики	3
2.1. Общие характеристики	3
2.2. Поддержка часов реального времени (RTC)	4
3. Интерфейсы связи	5
3.1. RS-232 (UART1)	5
3.2. UART2	5
3.3. Сервисный разъём U45 (UART3)	5
3.4. RS-485-1 (UART4)	5
3.5. RS-485-2 (UART5)	6
3.6. Интерфейс I ² C	6
3.7. Интерфейс CAN	6
3.8. USB Type-C (UART6)	6
4. Система ввода/вывода (см. Приложение А)	7
4.1. Дискретные входы (16 шт.)	7
4.2. Дискретные выходы (14 шт.)	8
5. Аналоговые входы и цепи питания	8
5.1. Аналоговые входы (AD4, AD5, AD6, AD7) и клеммы питания (M-, M+)	8
6. Разъем расширения и модули ввода-вывода	10
6.1. Разъем расширения	10
6.2. Модуль расширения (4AD-2DA)	11
6.2.1. Дополнительные аналоговые входы (4 канала):	11
6.2.2. Аналоговые выходы (2 канала):	11
7. Встроенная индикация и органы управления на лицевой панели	12
7.1. Индикация дискретных входов (X0–X7, X10–X17)	12
7.2. Индикация дискретных выходов (Y0–Y7, Y10–Y15)	12
7.3. Системные светодиоды и органы управления	12
8. Питание	13
9. Условия эксплуатации	13
ПРИЛОЖЕНИЕ А	14

1. Назначение и область применения

Контроллер FLE4C-30MT — это компактный программируемый логический контроллер (ПЛК) на базе 32-битного микроконтроллера семейства

ARM Cortex-M4, предназначенный для автоматизации технологических процессов в промышленности, ЖКХ, энергетике и других отраслях.

Устройство оснащено транзисторными выходами, что делает его идеальным для управления шаговыми двигателями, сервоприводами, реле, световой индикацией, частотными преобразователями и другими нагрузками с низким и средним энергопотреблением.

Конструктивно устройство выполнено в компактном пластиковом корпусе, предназначенном для монтажа на стандартную DIN-рейку (35 мм), что обеспечивает удобство установки в шкафы управления.

Контроллер совместим с программной средой визуального программирования FLProg 9.4.1 и выше, что обеспечивает удобное программирование на языках FBD (Function Block Diagram) и LAD (Ladder Diagram).

2. Архитектура и основные технические характеристики

Контроллер FLE4C-30MT построен на базе современного 32-битного микроконтроллера, обеспечивающего высокую производительность и энергоэффективность.

2.1. Общие характеристики

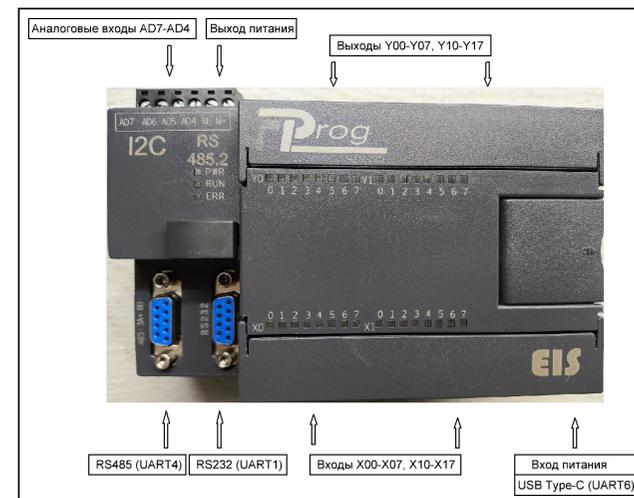
- Микроконтроллер: APM32F407VGT6 (полнофункциональный аналог STM32F407VGT6 от STMicroelectronics)
- Архитектура ядра: 32-разрядное ядро ARM® Cortex®-M4
- Тактовая частота: до 168 МГц, что обеспечивает высокую производительность при выполнении сложных алгоритмов управления, обработки сигналов и математических операций
- **Память:**
 - Flash-память: 1 МБ — используется для хранения пользовательской программы, параметров и констант. Обеспечивает долговременное хранение данных при отключении питания.

- Системная SRAM: 192 КБ — оперативная память для хранения переменных, стека, буферов и временных данных в ходе выполнения программы.
- Резервная SRAM: 4 КБ — энергонезависимая память, используется для хранения критически важных данных (например, счётчиков, настроек, состояний аварий).

2.2. Поддержка часов реального времени (RTC)

Контроллер оснащён встроенным модулем RTC (Real-Time Clock), который позволяет вести точный учёт времени и даты независимо от основного питания. RTC функционирует от отдельного источника резервного питания — батарейки CR2032, установленной на плате.

- **Обеспечивает точное время для:**
 - Ведения журнала событий (логирования)
 - Планирования задач по расписанию
 - Синхронизации с другими устройствами
 - Маркировки данных по времени (timestamp)
- Поддержка календаря и часов в различных форматах.
- RTC продолжает работать при отключении основного питания, если батарейка установлена и заряжена.



3. Интерфейсы связи

Контроллер оснащен набором интерфейсов для интеграции в различные промышленные сети и подключения периферийных устройств.

3.1. RS-232 (UART1)

- Разъём: DB9
 - Контакт 2 — RXD1
 - Контакт 3 — TXD1
 - Контакт 5 — GND
- Скорость: 1200–115200 бод
- Назначение: подключение HMI, вывод сообщений на консоль и другие пользовательские задачи.

3.2. UART2

- Опциональный: устанавливается по заказу.

3.3. Сервисный разъём U45 (UART3)

- **Контакты:**
 - Контакт 1 — GND
 - Контакт 2 — +5 V
 - Контакт 3 — RX
 - Контакт 4 — TX
 - Контакт 5 — Reset (RST.dev)
 - Контакт 6 — DC (DC.dev)
- Назначение: внутренние модули, например Wi-Fi-мост с Web-интерфейсом.

3.4. RS-485-1 (UART4)

- Разъём: DB9
 - Контакт 3 — A
 - Контакт 8 — B
 - Контакт 5 — GND
- Скорость: 1200–115200 бод

- Назначение: HMI, консоль и другие пользовательские задачи. Для организации промышленных сетей (Modbus RTU Master/Slave).

3.5. RS-485-2 (UART5)

- **Контакты:**
 - Контакт 1 — GND
 - Контакт 2 — B2
 - Контакт 3 — A2
- Скорость: 1200–115200 бод
- Назначение: аналогично RS-485-1.

3.6. Интерфейс I²C

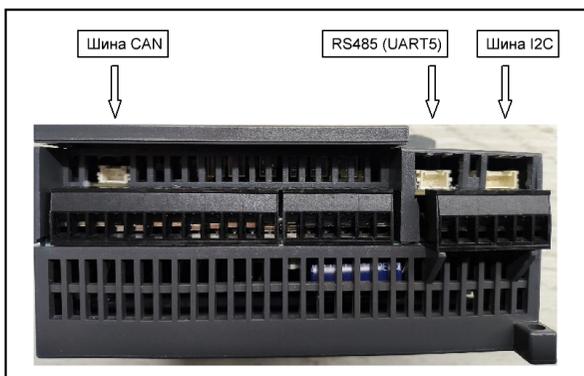
- **Контакты:**
 - Контакт 1 — GND
 - Контакт 2 — +5 V
 - Контакт 3 — SDA
 - Контакт 4 — SCL
- Назначение: датчики, дисплеи и другие устройства с шиной I²C.

3.7. Интерфейс CAN

- **Контакты:**
 - Контакт 1 — GND
 - Контакт 2 — CANH
 - Контакт 3 — CANL
- Назначение: подключение устройств с CAN-шиной.

3.8. USB Type-C (UART6)

- Назначение: Совмещенный порт для программирования и отладки. Используется для загрузки программы из FLProg, диагностики и связи с ПК.
- Скорость: 1200–115200 бод.



4. Система ввода/вывода (см. Приложение А)

4.1. Дискретные входы (16 шт.)

- Обозначения: X00–X07, X10–X17.
- Тип и логика: NPN. Активный уровень — LOW (0). В пассивном состоянии на входах высокий уровень, для активации вход необходимо замкнуть на общий провод (GND).
- Гальваническая развязка: все входы гальванически развязаны от логической части контроллера.
- Порог логического срабатывания:
- Логическая «1» (Неактивно): Напряжение на входе > ~7 В.
- Логический «0» (Активно): Напряжение на входе < ~3 В.
- Ток активации (ток утечки): > 3 мА. Это минимальный ток, который должен протекать через входную цепь (через оптрон), чтобы контроллер надежно распознал состояние.
- Высокоскоростные входы: Входы X00 и X01 поддерживают работу на частоте до 200 кГц и могут использоваться для подключения энкодеров, датчиков приближения или подсчета импульсов.

4.2. Дискретные выходы (14 шт.)

- Обозначения: Y00–Y07, Y10–Y15.
- Тип и логика: Транзисторные, NPN (открытый коллектор). Для активации выхода контроллер замыкает внутренний ключ на общую шину группы (COM). Для работы нагрузки необходимо подать внешнее напряжение питания (-12/24V) на соответствующий контакт COM группы.
- Гальваническая развязка: Выходы разделены на 4 гальванически изолированные группы:
 - Группа 1: Выходы Y00, Y01, Y02, Y03. Общая шина: COM1.
 - Группа 2: Выходы Y04, Y05, Y06, Y07. Общая шина: COM2.
 - Группа 3: Выходы Y10, Y11, Y12, Y13. Общая шина: COM3.
 - Группа 4: Выходы Y14, Y15. Общая шина: COM4.
- Коммутационная способность:
 - Напряжение: до 28 В DC.
 - Максимальный ток: до 3 А на канал (суммарный ток на группу может быть ограничен; необходимо свериться с документацией на конкретную модель).
- Частота коммутации:
 - Y00, Y01: Высокоскоростные, до 100 кГц. Предназначены для генерации импульсов (PULSE) и сигнала направления (DIR) для управления шаговыми двигателями и сервоприводами.
 - Остальные выходы (Y02–Y07, Y10–Y15): Стандартные, частота коммутации до 1 кГц.
- Назначение: Управление средними нагрузками постоянного тока: соленоиды, клапаны, реле, контакторы, световые индикаторы, а также шаговые и серводвигатели (для высокоскоростных выходов).

5. Аналоговые входы и цепи питания

5.1. Аналоговые входы (AD4, AD5, AD6, AD7) и клеммы питания (M-, M+)

Контроллер обладает группой из четырех встроенных аналоговых входов и отдельным стабилизированным источником питания для них и внешних датчиков. Данная группа расположена на отдельной клеммной колодке.

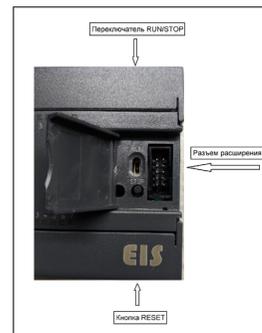
- Расположение и обозначение клемм: Порядок клемм на колодке следующий: AD7 | AD6 | AD5 | AD4 | M- | M+
- Назначение клемм:
 - AD4–AD7: Аналоговые входы. Предназначены для подключения сигнальных выходов датчиков.
 - M- (Analog GND): Аналоговая "земля", общий провод для аналоговых сигналов и питания датчиков.
 - M+ (Analog +24V): Выход стабилизированного источника питания 22-24 В DC для подключения внешних аналоговых датчиков.
- Источник питания M+/M-:
 - **Назначение:** Данный источник предназначен для питания подключаемых аналоговых датчиков и формирования опорной земли для аналоговых измерений.
 - **Важное отличие:** Напряжение на этих клеммах не зависит напрямую от напряжения, поданного на основные силовые клеммы контроллера (0V/24V). Оно генерируется внутренним преобразователем и всегда равно стабильным +22-24 В относительно клеммы M-. При создании проекта надо учитывать, что клемма M-, гальванически соединена с клеммой питания ПЛК 0V.
 - Ток нагрузки: Ток, который можно потреблять от этого источника для питания датчиков, ограничен (обычно 100-200 мА). Необходимо учитывать суммарное потребление всех подключенных датчиков.
- **Параметры аналоговых входов AD4–AD7:**
 - Тип сигнала: Постоянное напряжение, униполярное.
 - Диапазон измеряемого напряжения: 0–10 В.
 - Разрешение: 12 бит (4096 значений).
 - Входное сопротивление: Высокое (> 35 кОм).
 - Частота опроса: программно настраивается от 0,1 Гц до 1000 Гц.
 - **Назначение:** Подключение любых датчиков с выходным сигналом 0-10 В или 0-5 В (например, датчики давления, температуры, потенциометры, расходомеры).

6. Разъем расширения и модули ввода-вывода

6.1. Разъем расширения

На плате контроллера расположен специальный разъем, предназначенный для подключения модулей расширения. Этот разъем выводит необходимые сигналы и питание для дополнительных модулей.

- Назначение: обеспечивает механическое и электрическое подключение дополнительных модулей расширения к основной плате контроллера.
- Питание:
 - +5V: Выход стабилизированного напряжения +5 В для питания логики модуля расширения.
 - +24V: Выход напряжения +24 В (с основных клемм питания) для питания мощных цепей модуля (например, аналоговых выходов или дискретных выходов с высоким током нагрузки).
 - GND (Ground): Общая земля для всех цепей.
- Аналоговые входы (ADC): Выводы сигналов от основных АЦП микроконтроллера. На разъем выведены контакты:
 - PC0_ADC (может быть AD0)
 - PC1_ADC (может быть AD1)
 - PA6_ADC (может быть AD2)
 - PA7_ADC (может быть AD3)
 - Это позволяет модулю расширения использовать высокоточные АЦП процессора.
- Аналоговые выходы (DAC): на разъем могут быть выведены ШИМ (PWM) или цифровые сигналы, которые на модуле преобразуются в аналоговое напряжение (0-10В) с помощью внешних ЦАП.



- **Контакты:**

- | | |
|---------------------|-------------------|
| ○ Контакт 1 — AD0 | Контакт 2 — AD1 |
| ○ Контакт 3 — AD2 | Контакт 4 — AD3 |
| ○ Контакт 5 — DA0 | Контакт 6 — DA1 |
| ○ Контакт 7 — GND | Контакт 8 — GND |
| ○ Контакт 9 — +24 V | Контакт 10 — +5 V |

6.2. Модуль расширения (4AD-2DA)

К разъему расширения подключается специализированный модуль расширения 4AD-2DA, который значительно усиливает аналоговые возможности контроллера.

Функции модуля расширения 4AD-2DA:

6.2.1. Дополнительные аналоговые входы (4 канала):

- Обозначения: AD0, AD1, AD2, AD3 (дополняют встроенные AD4-AD7).
- Тип сигнала: Универсальные входы.
- Аппаратно переключаемые:
 - Напряжение: 0–10 В
 - Ток: 0–20 мА
- Разрешение: 12 бит.
- Частота опроса: 0,1–1000 Гц (программно настраиваемая).

6.2.2. Аналоговые выходы (2 канала):

- Обозначения: DA0, DA1.
- Тип сигнала: Напряжение.
- Диапазон: 0–10 В.
- Разрешение: 12 бит.
- Нагрузочная способность: Ток до 20 мА.
- Время установления: не более 10 мс.

Назначение и применение модуля:

Модуль 4AD-2DA предназначен для задач, требующих большего количества аналоговых сигналов, чем предоставляет базовый контроллер:

- Подключение множества датчиков: одновременное считывание показаний с нескольких датчиков температуры, давления, уровня, расхода и т.д., имеющих выход 0-10В или 0-20мА.
- Управление исполнительными механизмами: формирование управляющих сигналов для частотных преобразователей (скорость двигателя), пропорциональных клапанов (расход среды), регуляторов мощности и других устройств, принимающих сигнал 0-10В.

- Сложные системы автоматизации: создание замкнутых контуров регулирования (ПИД-регуляторы) непосредственно в контроллере.

7. Встроенная индикация и органы управления на лицевой панели

Контроллер оснащен светодиодными индикаторами для визуального контроля состояния и механическими переключателями для управления режимами работы.

7.1. Индикация дискретных входов (X0–X7, X10–X17)

- Назначение: каждый из 16-ти дискретных входов имеет индивидуальный светодиодный индикатор, расположенный на лицевой панели контроллера рядом с соответствующим номером входа (X0, X1, X2, ... X17).
- Принцип работы индикатора:
 - Индикатор горит: Вход активирован. Это означает, что входная цепь замкнута на общий провод (GND), и контроллер считывает на этом входе логическую «1».
 - Индикатор не горит: входная цепь разомкнута, и контроллер считывает на этом входе логический «0».

7.2. Индикация дискретных выходов (Y0–Y7, Y10–Y15)

- Назначение: каждый из 14-ти дискретных выходов имеет индивидуальный светодиодный индикатор, расположенный на лицевой панели контроллера рядом с соответствующим номером выхода (Y0, Y1, Y2, ... Y15).
- Принцип работы индикатора:
 - Индикатор горит: Выход активирован программно. Внутренний транзисторный ключ замкнут, и выходной канал проводит ток между нагрузкой и общей шиной своей группы (COM).
 - Индикатор не горит: Выход деактивирован. Выходной транзистор закрыт, цепь нагрузки разомкнута.

7.3. Системные светодиоды и органы управления

- **PWR (POWER):** Индикатор наличия питающего напряжения на клеммах контроллера. Горит постоянно при подаче питания 19-28V DC.

- **RUN:** Программируемый индикатор рабочего статуса. Управляется программно через внутреннюю переменную YRUN. Обычно используется для индикации нормального режима работы программы.
- **ERR:** Программируемый индикатор ошибки. Управляется программно через внутреннюю переменную YERR. Используется для сигнализации об аварийных или исключительных ситуациях, обнаруженных пользовательской программой.
- Индикаторы **RUN** и **ERR** могут быть использованы для сигнализации других режимов, отличных от вышеописанных, на усмотрение пользователя.
- **Переключатель RUN/STOP:** Механический переключатель для принудительного запуска и остановки выполнения пользовательской программы. Состояние переключателя доступно в программе через дискретный вход XSW.

Эта комплексная система индикации позволяет оператору быстро диагностировать состояние системы, определять активные датчики и исполнительные механизмы, а также идентифицировать возникшие ошибки.

8. Питание

- Рабочее напряжение: 21–28 В постоянного тока (DC).
- Потребляемый ток: < 500 мА.
- Резервирование: При пропадании внешнего питания ($XV_{cc} = 0$), контроллер сохраняет возможность обмена данными по интерфейсам RS-232/RS-485 не менее 4 секунд за счет встроенных конденсаторов.

9. Условия эксплуатации

- Температура окружающей среды: –20 ... +65 °С
- Относительная влажность: 5–80 % без конденсата

