

## Микроконтроллерное устройство управления каротажем в процессе бурения

*Национальный аэрокосмический университет имени Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

**Постановка проблемы.** При разведке месторождений большинства полезных ископаемых одним из важнейших этапов является бурение разведочных скважин. На этапе разработки и эксплуатации месторождений нефти проводится бурение эксплуатационных скважин. При бурении возникают задачи изучения геологического разреза скважины: определение последовательности залегания горных пород – пластов, вскрытых скважиной, их литолого-петрофизической характеристики, наличия в них полезных ископаемых, глубины их залегания, способности пластов отдавать полезные ископаемые – коллекторские свойства породы [1]. Комплекс методов для решения таких задач основан на измерении различных физических и химических параметров горных пород и получил название «геофизические исследования скважин (ГИС)». Применительно к исследованию нефтяных скважин эти методы называют каротажем [2]. Анализ методов представлен в работе [3].

**Анализ исследований и публикаций.** Как показано в работах [1,2], необходимо построение устройств, выполняющих управление процессом бурения и обработку информации, полученной от комплекса каротажных датчиков. Представленные устройства [1] имеют два существенных недостатка, а именно: сложность реализации и недостаточно высокое быстродействие в обработке поступающих сигналов.

**Цель статьи.** Обоснование необходимости построения устройства, выполняющего обработку сигналов, поступающих от комплекса каротажных датчиков, и управление процессом бурения, которое удовлетворяет требованиям простоты реализации и высокому быстродействию.

**Основной материал статьи.** Предлагается устройство управления (УУ) (рис. 1), принципиальная схема которого представлена на рис. 2.

УУ предназначено для проведения каротажа в процессе бурения, решения задачи обработки сигналов, поступающих от комплекса измерительных датчиков, а также для использования в управлении процессом бурения. Имеется возможность изменения параметров обработки и управления вручную с помощью клавиатуры. Устройство основано на базе микроконтроллера фирмы Microchip и состоит из таких основных элементов: микроконтроллер (МК), устройство отображения информации (УОИ), устройство ввода (УВ), блок сопряжения с аналоговой частью (БСА), устройство сопряжения (УС).

Микроконтроллер – это ядро всего устройства (DD1 на рис. 2). МК выполняет задачи: управления всеми блоками, входящими в состав предложенного устройства; исполнения алгоритмов реализованной в нем программы; самодиагностики и диагностики как подключаемой к УУ внешней аппаратуры и комплекса датчиков, так и составных элементов УУ. БСА (DA2-DA4 на рис. 2) используется для сопряжения с МК аналоговой части схемы устройства, а именно каротажных зондов. УОИ (HG1-HG2 на рис. 2) применяется для отображения измеренных параметров, а также для визуализации процесса управления устройством вручную. УВ (SB1-SB4 на рис. 2) представляет собой

клавиатуру, с помощью которой можно выполнять изменение параметров системы и ручное управление. УС (DA1 на рис. 2) используется для связи с персональным компьютером. АВ и ЦВВ (рис. 2) представляют собой аналоговые и цифровые входы – выходы, позволяющие использовать устройство для управления процессом бурения, производить диагностику применяемого оборудования.

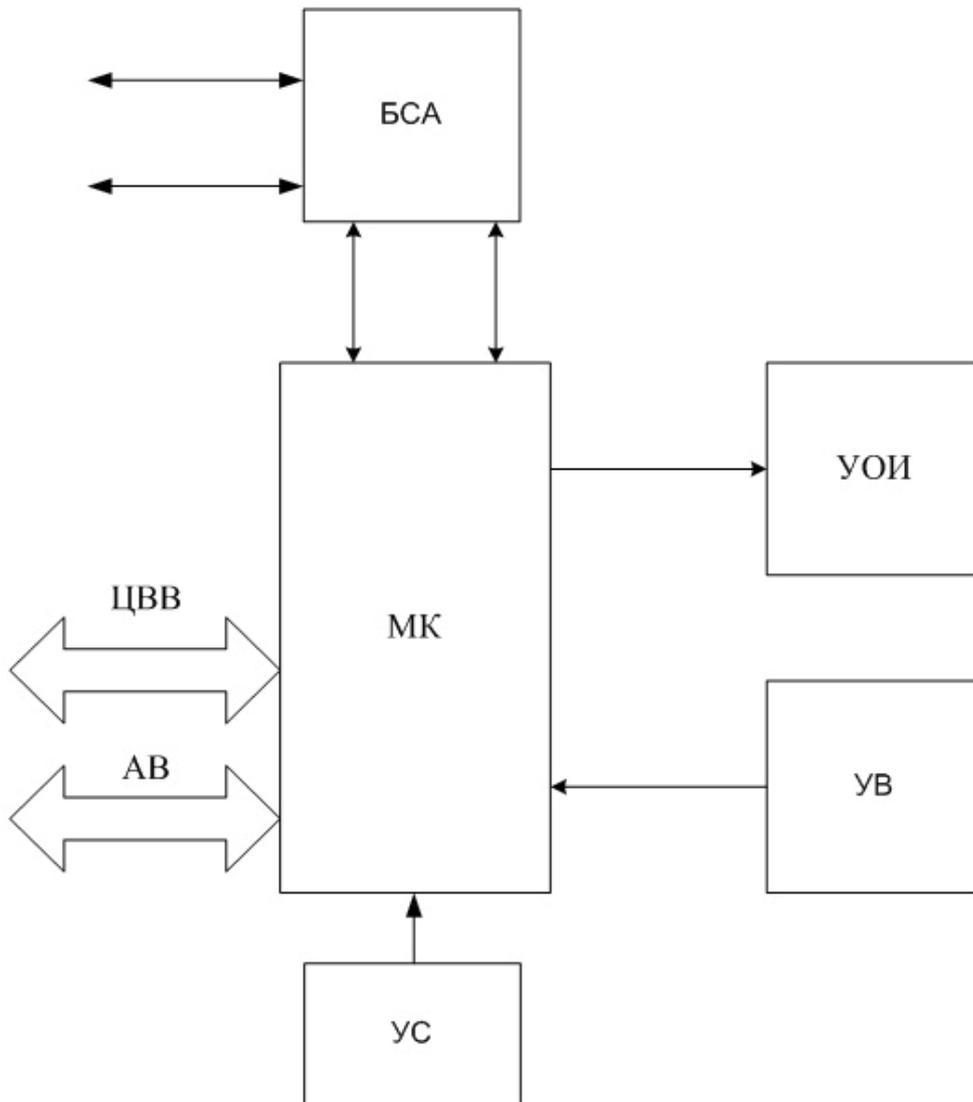


Рис. 1. Устройство управления

В качестве МК можно использовать PIC16F877A или PIC18F454, выпускаемые одним из лидеров в производстве микроконтроллеров – фирмой Microchip. В табл. 1 представлены краткие технические характеристики микроконтроллеров. Как видно из табл. 1, этих характеристик недостаточно для определения того, какой из МК и для каких задач лучше использовать в устройстве. Были проведены исследования представленного устройства с использованием в качестве ядра PIC16F877A и PIC18F454, результаты которых приведены в табл. 2. Устройство тестировалось с помощью специальных тестовых подпрограмм, обрабатывающих наиболее часто встречающиеся сложные алгоритмы.

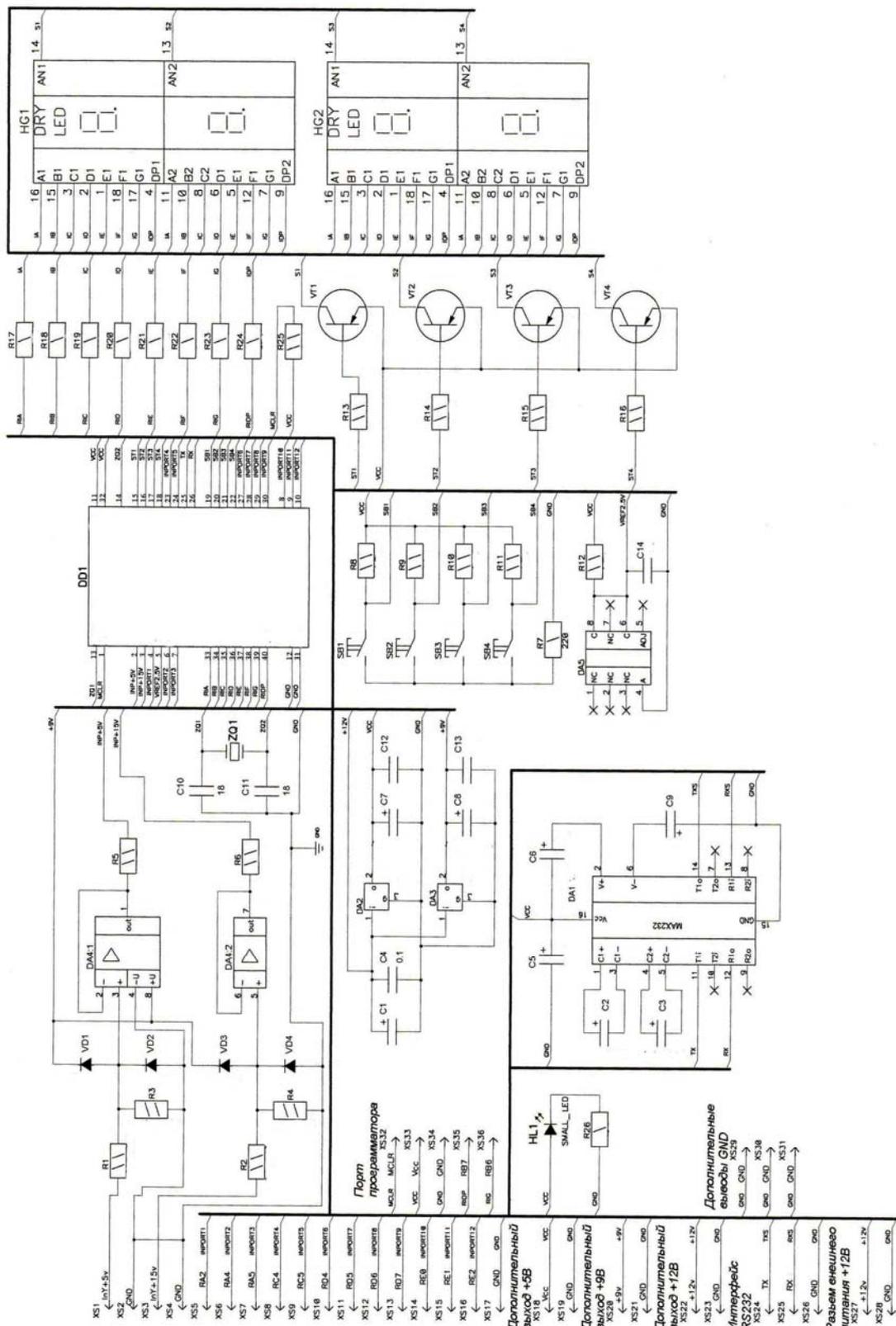


Рис. 2. Принципиальная схема устройства

Таблица 1. Характеристики микроконтроллеров

Характеристика МК	PIC16F877A	PIC18F452
Память программ, байт	14336	32768
Память данных, байт	368	1536
EEPROM память данных, байт	256	256
Максимальная тактовая частота, МГц	20	40
Диапазон напряжений, В	2,0 ... 5,5	2,0 ... 5,5
Разрядность команд, бит	14	16
Разрядность данных, бит	8	8
Количество таймеров/счетчиков	3	4
Модули сравнения/захвата/ШИМ	2	2
Разрядность АЦП	10	10
Последовательный синхронный порт MSSP	Да	Да
Последовательный синхронно-асинхронный приемопередатчик USART	Да	Да

Таблица 2. Размеры кодов и количество циклов, необходимых для выполнения подпрограмм

Подпрограмма	Единица измерения	PIC16F877A	PIC18F452
8-битная математика	байт	476	386
	циклов	424	318
8-битное переключение	байт	490	404
	циклов	151	109
16-битная математика	байт	676	598
	циклов	735	625
16-битная матрица	байт	988	846
	циклов	31020	27021
16-битное переключение	байт	668	572
	циклов	211	163
32-битная математика	байт	1070	960
	циклов	2092	1818
32-битное переключение	байт	802	692
	циклов	254	192
Операции с плавающей точкой	байт	1982	1778
	циклов	1712	1599
Фильтрация 16-го порядка	байт	2362	2146
	циклов	294751	248655
Умножение матриц	байт	1124	936
	циклов	39020	36190
Всего	байт	10638	9302
	циклов	370370	336543

На рис. 3,а представлена сравнительная диаграмма общего количества машинных циклов, необходимых для выполнения перечисленных в табл. 1 подпрограмм. Как видно на диаграмме, код, написанный под микроконтроллер

PIC18F454, выполняется за меньшее количество циклов, что означает более высокое быстродействие.

На рис. 3,б представлена сравнительная диаграмма общего размера кодов программ, выполняемых на УУ. Диаграмма показывает, что код, написанный под PIC18F454, занимает меньший объем.

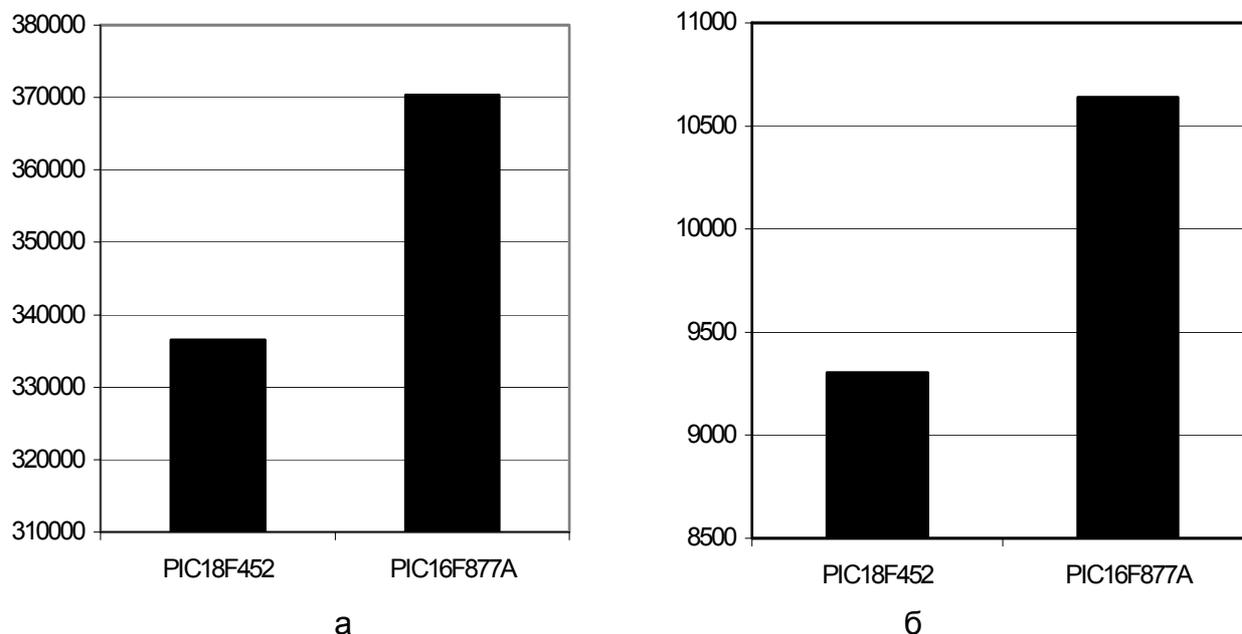


Рис. 3. Диаграммы сравнения микроконтроллеров: а – сравнительная диаграмма общего количества машинных циклов; б – сравнительная диаграмма общего размера кодов программ

**Выводы.** По результатам исследования можно сделать вывод, что если необходимо получить высокое быстродействие, то целесообразно применять микроконтроллер PIC18F454. Если требования к быстродействию невысоки, то целесообразнее использовать PIC16F877A, так как этот микроконтроллер отличается более низкой ценой. МК полностью сигнально совместимы, что позволяет легко производить замену в зависимости от решаемых устройством задач. С помощью разработанного устройства можно производить каротаж в процессе бурения и осуществлять изменение параметров бурения в зависимости от проходимого слоя породы.

### Список литературы

1. Померанц Л.И., Белоконь Д.В., Козяр В.Ф. Аппаратура и оборудование геофизических методов исследования скважин. – М.: Недра, 1985. – 271 с.
2. Геофизические методы исследования нефтяных и газовых скважин/ Л.И Померанц., М.Т. Бондаренко, Ю.А. Гулин, В.Ф. Козяр – М.: Недра, 1985. – 376 с.
3. Кошевой Н.Д., Светличный А.В., Кунич В.А. Сравнительный анализ методов исследования пластов вскрытых при бурении нефтяных скважин// Сб. трудов Междунар. науч. техн. конф. “Наука и предпринимательство 2005”; Винница - Ялта 2005. – с. 234–237.