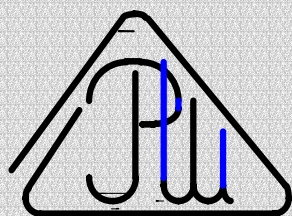


ЛА-н10М6

*Быстродействующая
плата аналого-цифрового
преобразования для IBM
PC/AT-совместимых
компьютеров*

Центр
АЦП
ЗАО
«Руднев-
Шиляев»



Руководство пользователя

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	4
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	5
СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ	9
МАРКИРОВКА	9
ОПИСАНИЕ ПЛАТЫ ЛА-н10М6	10
КОНФИГУРАЦИЯ И УСТАНОВКА	14
Техника безопасности	14
Размещение переключателей и разъемов на плате	14
Модификация платы без входа внешней тактовой частоты	14
Модификация платы с входом внешней тактовой частоты	15
Описание переключателей платы	16
Заводские установки переключателей SA1, SA2, SA3	16
Выбор базового адреса (Переключатель SA1)	16
Выбор линии прерывания IRQ (Переключатель SA2)	17
Выбор канала DMA (Переключатель SA3)	18
Установка платы	19
Указания по подключению сигналов	20
Заземление	20
Питание	20
УПРАВЛЕНИЕ ПЛАТОЙ	21
ПРОГРАММИРОВАНИЕ	23
Карта регистров	23
Регистр синхронизации (Запись BASE+0)	24
Управляющий регистр (Запись BASE+1)	24
Регистр аналогового канала (Запись BASE+2)	26
Служебные регистры СБИС (Чтение BASE+3, Запись BASE+7, Запись BASE+8)	28
Управляющий регистр передачи данных (Чтение/Запись BASE+4)	28
Статусный регистр (Чтение BASE+5)	29
Регистр синтезатора (Запись BASE+6)	29
Сброс DMA (Запись BASE+9)	31
Сброс прерывания (Запись BASE+A)	31
Регистр делителя частоты синтезатора (Запись BASE+B)	32
Регистр данных аналого-цифрового преобразования (Чтение BASE+C)	32
Контрольный регистр 1 (Запись BASE+C)	33
Контрольный регистр 2 (Запись BASE+D)	34
Регистр уровня синхронизации (Запись BASE+E)	35
Регистр запуска АЦП (Запись BASE+F)	35
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Метрологические параметры АЦК	36
Регламентирующие документы	36
Особенности реальных измерений	36
Статические параметры АЦП	38
Динамические параметры АЦК	40
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Результаты калибровки платы ЛА-н10М6	42
Динамические параметры АЦК платы ЛА-н10М6	42
Статистика результатов данных, собранных с ЛА-н10М6 при заземленном входе	46
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Система прерываний IBM PC/AT	50
ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	53

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее «Руководство пользователя» (РП) предназначено для работающих с быстродействующей платой аналого-цифрового преобразования для IBM PC/AT-совместимых компьютеров (далее «прибор») лиц и обслуживающего персонала.

РП включает в себя все технические сведения о приборе, принципе действия прибора и назначение его составных частей. Подробно описывается конфигурация и установка, программирование прибора. В приложениях РП сообщаются дополнительные сведения по работе прибора и его составных частей.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающие условия эксплуатации, в конструкцию прибора могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании РП.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Прибор предназначен для работы в составе ПК типа IBM PC/AT. Основное назначение прибора – преобразование непрерывных (аналоговых) входных сигналов в цифровую форму, которая удобна для дальнейшей обработки сигнала при помощи ПК.

Прибор может работать как составная часть персонального компьютера и в зависимости от программного обеспечения выполняет различные функции, связанные с обработкой результатов аналого-цифрового преобразования. Возможно применение прибора и в других областях.

При комбинировании прибора с другим оборудованием, выпускаемом ЗАО «Руднев-Шиляев» Ваш ПК превращается в мощную информационно-измерительную систему, способную решить большинство Ваших прикладных задач.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

♦ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ КАНАЛ

Число аналоговых входов	2 синхронных (два канала АЦП)
Конфигурация аналоговых входов (не изолированы)	Однополюсные
Входной разъем	BNC
Входное сопротивление (Импеданс)	1МОм, 30пФ
Дифференцирование (устанавливается программно)	Переменная/переменная и постоянная составляющие
Ширина полосы пропускания (-3 дБ)	80МГц
Диапазоны входного напряжения (устанавливаются программно)	±5В; ±2,5В; ±1В; ±0,5В
Максимальное входное напряжение	±5В
Защита по напряжению аналоговых входов (питание включено)	±15В
Объем буфера памяти	256кб
Передача данных АЦП	По DMA, по прерыванию IRQ, программный обмен

♦ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Тип АЦП	Параллельный
Разрешение	8 бит
Время преобразования	20нс
Максимальная частота дискретизации	100МГц в одноканальном режиме (канал 0). 50МГц в двухканальном режиме. - Свыше 1ГГц в режиме стробоскопа.
Запуск АЦП	От внутреннего кварцевого генератора или синтезатора частоты ¹ , от внешней тактовой частоты ²
Внешняя тактовая частота ²	ТТЛ-совместимый сигнал, меандр. Период сигнала не менее 25нс.
Входной разъем сигнала внешней тактовой частоты ²	BNC
Защита по напряжению входа внешней тактовой частоты ² (питание включено)	+15В -3В

¹ Синтезатор частоты не входит в стандартную комплектацию, а устанавливается по заказу.

² Вход внешней тактовой частоты не входит в стандартную комплектацию, а устанавливается по заказу.

♦ СИНХРОНИЗАЦИЯ

Источник	Канал 0, канал 1. Внешний
Внешний сигнал	Аналоговый амплитудой до $\pm 5\text{В}$ или ТТЛ-совместимый сигнал
Тип	По фронту или по спаду уровня напряжения сигнала синхронизации
Дифференцирование (устанавливается программно)	Переменная/переменная и постоянная составляющие
Входной разъем внешнего сигнала синхронизации	BNC
Защита по напряжению входа внешнего сигнала синхронизации (питание включено)	$\pm 15\text{В}$
Входное сопротивление (Импеданс)	1МОм, 30пФ
Число уровней	256

♦ СТАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО КАНАЛА

	Типовое значение	Максимальное значение
Дифференциальная нелинейность	$\pm 0,2\text{МЗР}$	$\pm 0,3\text{МЗР}$
Интегральная нелинейность	$\pm 0,2\text{МЗР}$	$\pm 0,4\text{МЗР}$
Ошибка сдвига	$\pm 0,5\text{МЗР}$	$\pm 1,0\text{МЗР}$
Собственный шум платы (СКО)	$\pm 0,1\text{МЗР}$	$\pm 0,2\text{МЗР}$

♦ ДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО КАНАЛА

Приведены для входного гармонического калибровочного сигнала частотой 1МГц, амплитудой $\pm 4,95\text{В}$, при частоте запуска АЦП – 50МГц.

	Типовое значение	Максимальное значение
Отношение сигнал/шум	47,5дБ	48дБ
Коэффициент гармонических искажений	-55дБ	-55,5дБ
Реальный динамический диапазон	57дБ	60дБ
Число эффективных разрядов	7,7	7,8
Проникание из канала в канал	-60дБ	-62дБ

Таблица 1. Динамические параметры ЛА-н10М6 при разной частоте входного сигнала для частот дискретизации 12,5МГц, 50МГц, 100МГц

Диапазон входного напряжения	±5В				±2,5В				±1В				±0,5В			
F _{АЦП} (МГц)	100				100				100				100			
F _{ВХ} (МГц)	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10
С/Ш (дБ)	46	45	43	40	46	46	44	41	45	45	44	41	46	45	43	40
КГИ (дБ)	58	56	53	46	60	57	53	46	60	57	53	47	60	57	53	47
ЧЭР	7,2	7,1	6,7	6,4	7,3	7,2	7	6,5	7,1	7,1	7	6,7	7,1	7,1	6,8	6,4
F _{АЦП} (МГц)	50				50				50				50			
F _{ВХ} (МГц)	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10
С/Ш (дБ)	48	47	45	42	48	48	47	44	48	48	47	44	48	48	47	43
КГИ (дБ)	57	56	53	47	60	58	55	50	60	57	55	50	60	58	55	50
ЧЭР	7,8	7,5	7,3	6,6	7,7	7,7	7,5	6,8	7,7	7,7	7,5	7,1	7,5	7,5	7,4	6,8
F _{АЦП} (МГц)	12,5				12,5				12,5				12,5			
F _{ВХ} (МГц)	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10	0,2	2	6	10
С/Ш (дБ)	48	47	45	42	48	48	47	44	48	48	47	44	48	48	47	44
КГИ (дБ)	57	56	53	50	60	58	55	51	58	58	56	52	60	58	56	51
ЧЭР	7,8	7,6	7,4	6,7	7,7	7,7	7,5	6,9	7,7	7,7	7,5	7,1	7,6	7,5	7,4	7

♦ **ОБЩИЕ**

Шина интерфейса ПК

ISA-16

Потребляемая мощность

+5В, 700мА

Габариты

110×250мм

Масса

217г

♦ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

По классификации условий эксплуатации РЭА данный прибор относится к первой группе (Таблица 2).

Таблица 2. Параметры РЭА и определяющие их дестабилизирующие факторы

Параметры	Значения параметров
1. Прочность при синусоидальных вибрациях ν , Гц α , м/с ² $t_{\text{выд}}$, час	20 19,6 >0,45
2. Обнаружение резонансов в конструкции ν , Гц ξ , мм $t_{\text{выд}}$, мин	10...30 0,5...0,8 >0,4
3. Воздействие повышенной влажности Вл, % ν^1 , К $t_{\text{выд}}$, ч	80 298 48
4. Воздействие пониженной температуры $\nu^1_{\text{прд}}$, К $\nu^1_{\text{рб}}$, К $t_{\text{выд}}$, ч	233 278 2...6
5. Воздействие повышенной температуры $\nu_{\text{прд}}$, К $\nu_{\text{рб}}$, К $t_{\text{выд}}$, ч	328 313 2...6
6. Воздействие пониженного атмосферного давления ν , К ρ , кПа $t_{\text{выд}}$, ч	263 61 2...6
7. Прочность при транспортировании $t_{\text{и}}$, мс ν , мин ⁻¹ $\alpha_{\text{макс}}$, м/с ²	5...10 40...80 49...245
8. Воздействие соляного (морского) тумана с дисперсностью (95% капель) А и водностью Б ν , К А, мкм Б, г/м ³ $t_{\text{выд}}$, ч	300 1...10 2...3 24

СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Прибор поставляется в составе, указанном в таблице (Таблица 3).

Таблица 3. Состав изделия

НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО	ПРИМЕЧАНИЕ
Плата АЦП ЛА-н10М6	1	
Ответные части внешних разъемов типа BNC	2	
Руководство пользователя	1	
Комплект дискет с программным обеспечением	1	
Упаковочная тара	1	

➤ Примечания:

МАРКИРОВКА

Прибор содержит название предприятия-изготовителя, название типа платы, которые наносятся как элементы электрической разводки платы или в виде наклейки. Серийный номер платы наносится на плату краской или обозначается на наклейке. Дата выпуска платы указывается на наклейке.

➤ Примечания:

ОПИСАНИЕ ПЛАТЫ ЛА-н10М6

Плата ЛА-н10М6 содержит следующие функциональные основные узлы: аналого-цифровой канал (АЦК); контроллер АЦП; схему синхронизации; внутреннее оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) и интерфейс ввода/вывода ISA-16 (Рисунок 2).

Аналого-цифровой канал

Основное назначение АЦК – преобразование исследуемого аналогового сигнала в цифровую форму, которая удобна для его дальнейшей обработки ПЭВМ.

Исследуемый аналоговый сигнал подается на входы каналов 0 и/или 1 (разъемы ХР3 и ХР4). Далее сигнал поступает на двухкаскадный программируемый аттенюатор. Программируемый аттенюатор состоит из схем деления, усиления и аппаратного смещения напряжения входного сигнала для обоих каналов 0 и 1. Схемы деления и усиления позволяют привести в соответствие входные диапазоны напряжений платы к однополярному диапазону АЦП 0-2В. Напряжение смещения задается дискретно и имеет 256 уровней, что позволяет очень плавно изменять характеристику преобразования АЦП.

После прохождения программируемого аттенюатора адаптированный к входному диапазону АЦП сигнал поступает на вход канала 0 и/или 1 АЦП. АЦП преобразует аналоговый сигнал в цифровую форму (цифровые данные). Цифровые данные с каналов 0 и/или 1 АЦП поступают в ОЗУ платы, откуда могут быть считаны в компьютер.

Аналоговые входы платы, а именно разъемы ХР4 и ХР3, имеют защиту от перегрузок по напряжению $\pm 15\text{В}$ и отключаемый режим дифференцирования входного сигнала. При дифференцировании пропускается либо переменная, либо переменная и постоянная составляющие входного сигнала.

Контроллер АЦП

Основное назначение контроллера АЦП – выбор источника тактовой частоты АЦП (частоты дискретизации АЦП), управление внутренним ОЗУ и согласование работы каналов АЦП с внутренним ОЗУ.

Источник тактовой частоты АЦП может быть внешний или внутренний. Внешним источником тактовой частоты АЦП является ТТЛ-совместимый сигнал, подаваемый на разъем ХР2.

Внутренним источником служит кварцевый генератор или синтезатор частоты. Выбор режима работы платы - от кварцевого генератора или синтезатора частоты, задается программно.

При работе с кварцевым генератором генерируемая им частота 100МГц поступает на схему задания частоты дискретизации, которая позволяет программно выбрать тактовую частоту АЦП (частоту дискретизации АЦП) из набора сетки частот от 3,052кГц до 50МГц с коэффициентом деления кратным 2. Кроме того, предусмотрена возможность работы платы ЛА-н10М6 в одноканальном режиме (канал 0) с удвоенной частотой дискретизации. Для этого предназначена схема выбора режима «50МГц или 100МГц» на входе АЦП. Если выбран режим «100МГц», то оба канала АЦП работают попеременно, с частотой по 50МГц каждый. В итоге суммарная частота дискретизации удваивается до 100МГц.

При работе с кварцевым генератором достигаются наилучшие динамические характеристики, что особенно необходимо при использовании платы в качестве спектроанализатора.

При работе со встроенным синтезатором частоты частота дискретизации плавно изменяется, и это свойство синтезатора частоты может использоваться для работы платы в режиме стробоскопа или решения каких-либо других задач, где требуется варьированное задание частоты дискретизации.

Контроллер АЦП позволяет задать объем предыстории ОЗУ и общий объем используемой памяти ОЗУ.

Стробоскоп

В режиме стробоскопа визуализация сигнала осуществляется в два этапа. Вначале определяется период исследуемого сигнала - T . Затем оцифровывается сигнал с частотой выборок равной

$$\text{частота выборок сигнала} = \frac{1}{NT + \Delta t},$$

где Δt – заданное разрешение, N – целое число.

В результате эквивалентная частота дискретизации будет равна $1/\Delta t$.

Таким образом, зная период сигнала T и разрешение Δt можно реконструировать сигнал с гораздо большей частотой дискретизации, чем реальная (Рисунок 1).

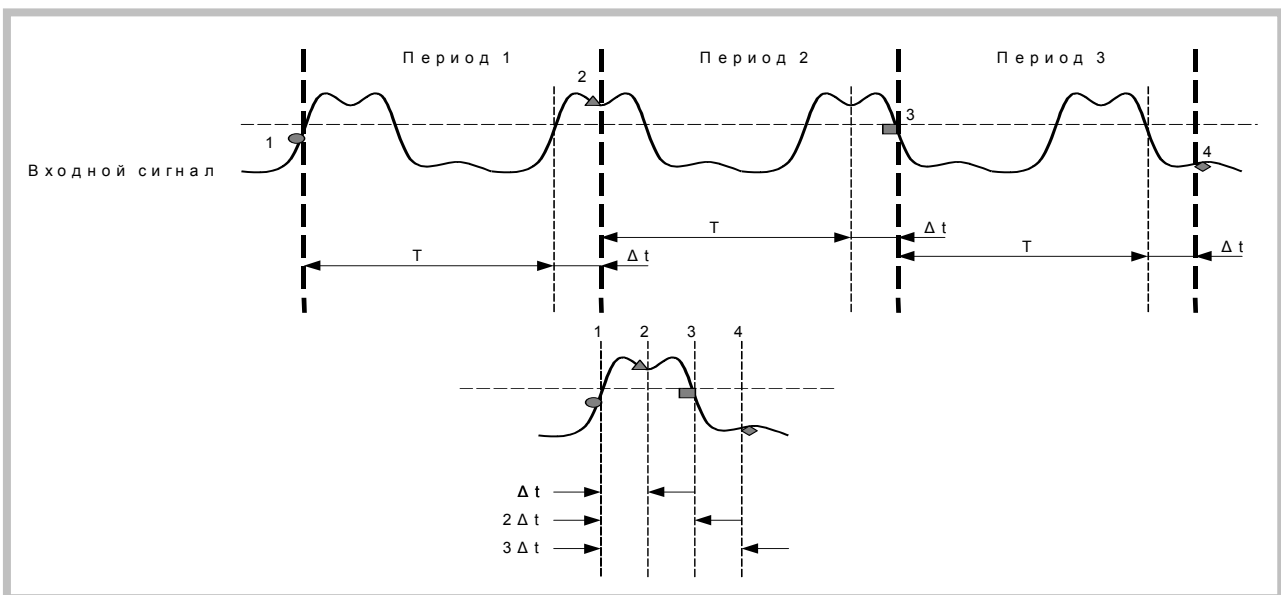


Рисунок 1. Работа стробоскопа при $N=1$

С помощью стробоскопа возможно получение частоты дискретизации более 1ГГц, что особенно важно в тех случаях, когда требуется более точно узнать форму сигнала, например, когда исследуется фронт сигнала, или когда для восстановления сигнала сложной формы недостаточно меньшей частоты дискретизации. Стробоскоп может работать с периодическими сигналами постоянной частоты. Данный метод эффективно работает даже при зашумленном сигнале.

Схема синхронизации

Основное назначение схемы синхронизации – осуществление одновременности начала записи данных АЦП в буфер истории ОЗУ и выполнения условий

синхронизации. При каждом выполнении условий синхронизации вырабатывается синхроимпульс, который обрабатывается контроллером АЦП.

Условием синхронизации является совпадение задаваемого уровня напряжения синхронизации с уровнем напряжения сигнала от источника синхронизации. Имеется выбор условия синхронизации - по фронту или по спаду напряжения сигнала от источника синхронизации.

Источником синхронизации может быть внешний сигнал, подаваемый на разъем ХР1, или исследуемый аналоговый сигнал, поступающий на канал 0 или 1. Число задаваемых уровней напряжений синхронизации равно 256.

Оперативное запоминающее устройство

В ОЗУ поступают данные аналого-цифрового преобразования. Буфер «предыстории» и буфер «истории» представляют собой две части ОЗУ. Объем обеих частей памяти может определяться пользователем.

Схема работы ОЗУ следующая. После прихода команды запуска АЦП данные АЦП циклически (непрерывно) записываются в буфер предыстории и, если синхронизация выключена, далее сразу продолжается запись данных в буфер истории. Теперь данные канала 0 и/или 1 могут быть считаны в компьютер.

При включенной синхронизации, пока выбранный объем предыстории не заполнен, синхроимпульсы блокируются и не обрабатываются контроллером АЦП. После заполнения объема предыстории до прихода первого синхроимпульса данные АЦП продолжают циклически (непрерывно) записываться в буфер предыстории. После прихода синхроимпульса записывается часть ОЗУ, за вычетом объема предыстории. Теперь данные канала 0 и/или 1 могут быть считаны в компьютер. Здесь следует отметить следующее - если условия синхронизации не будут выполнены, то данные, хранящиеся в ОЗУ, не могут быть считаны компьютером.

И при включенной и при выключенной синхронизации после заполнения буфера предыстории может задаваться переключение частоты дискретизации АЦП с текущей частоты на частоту 6,25МГц или 50МГц. Таким образом, в обеих частях памяти могут содержаться данные, записанные с разной частотой дискретизации.

Компьютер считывает данные ОЗУ по каналу DMA или используя регистр данных АЦП. Информацию о готовности данных по окончании цикла записи ОЗУ компьютер сможет получить одним из следующих способов: опрашивая статусный регистр; получив запрос по линии прерываний IRQ или по каналу DMA.

Интерфейс ввода/вывода ISA-16

Интерфейс предназначен для организации обмена данными между компьютером и платой ЛА-н10М6.

При помощи переключателей, расположенных на плате, пользователем выбирается базовый адрес ЛА-н10М6 в адресном пространстве компьютера, линия прерывания IRQ и канал DMA.

Схема ввода/вывода данных в компьютер полностью совместима с протоколом шины ISA-16 IBM PC и содержит необходимые внутренние регистры для программного управления. Платой можно управлять при помощи любого языка программирования, который имеет возможность работать с портами ввода/вывода компьютера. Например: Basic, Visual Basic, C, C++ и другие.

Плата ЛА-н10М6 для управления основными режимами имеет СБИС загружаемой программно конфигурации. Имеется два загрузочных программных модуля – для работы со встроенным кварцевым генератором или встроенным синтезатором частоты.

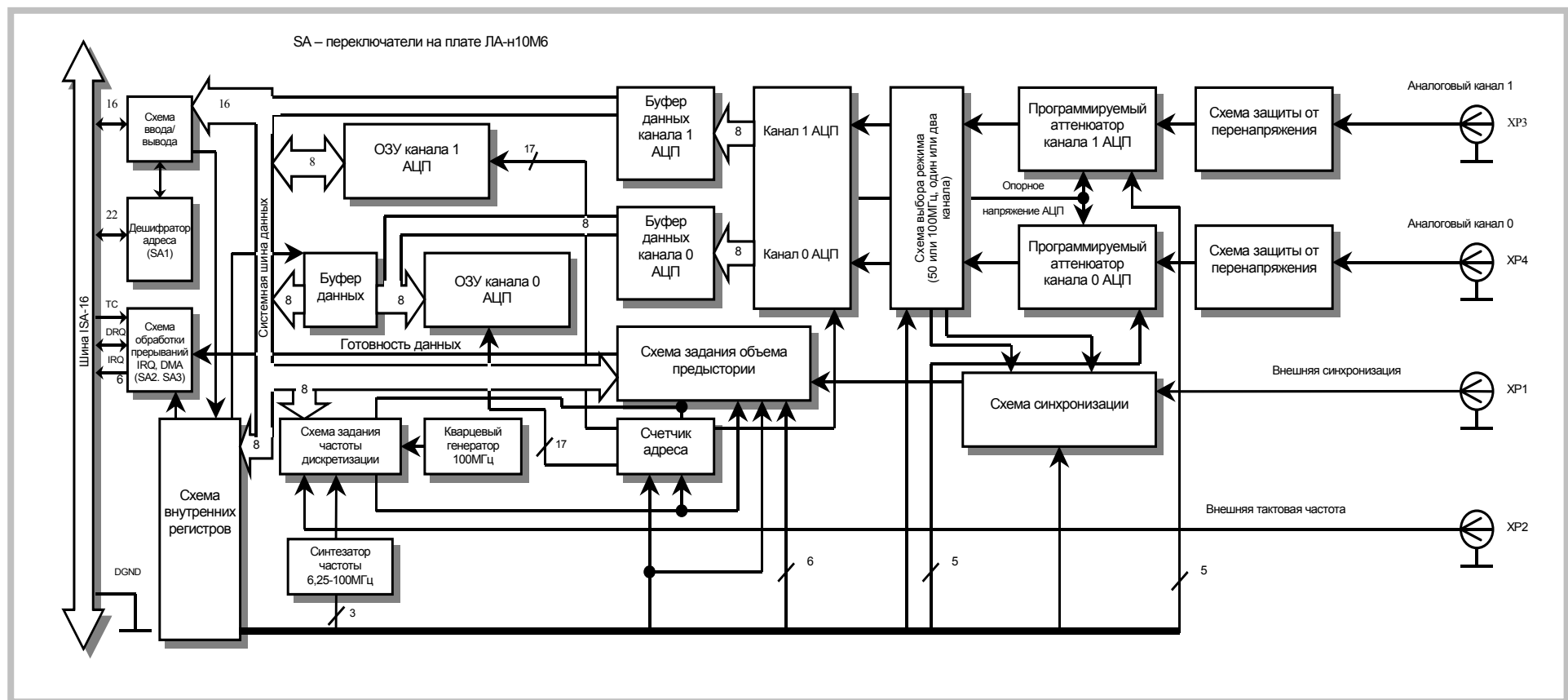


Рисунок 2. Функциональная схема ЛА-н10М6

Плата ЛА-н10М6 содержит лишь цепи безопасного сверхнизкого напряжения и, согласно ГОСТ 25861-83 (СТ СЭВ 3743-82) п. 2.1.2 примечание, не требует специальной защиты персонала от случайного соприкосновения с вторичными цепями платы.

Расположение переключателей (SA1, SA2, SA3) и разъемов (XP1, XP3, XP4) показано на рисунке (Рисунок 3).

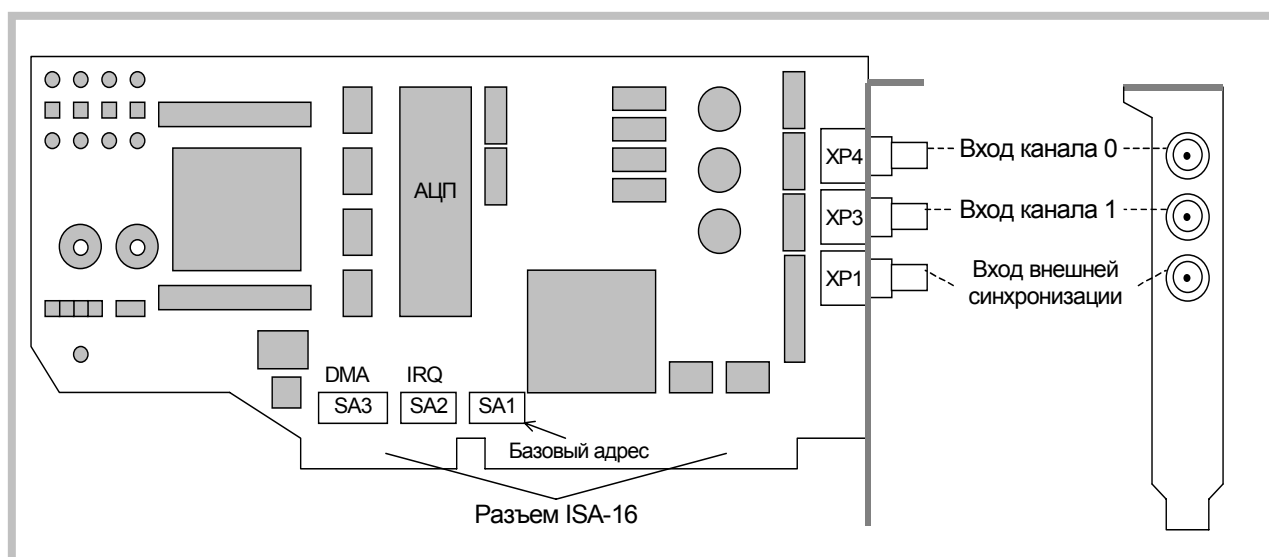


Рисунок 3. Схема размещения переключателей и разъемов на плате

Разъем	Тип разъема	Назначение
XP1	BNC	Вход внешней синхронизации
XP3	BNC	Вход аналогового канала 1
XP4	BNC	Вход аналогового канала 0

➤ *Примечание!*

Аналоговая земля AGND выведена на внешнюю часть разъемов XP<1, 3, 4>.

Переключатель	Назначение
SA1	Выбор базового адреса
SA2	Выбор линии прерывания IRQ
SA3	Выбор канала DMA

Модификация платы с входом внешней тактовой частоты

Расположение переключателей (SA1, SA2, SA3) и разъемов (XP1, XP2, XP3, XP4) для модификации платы с входом внешней тактовой частоты (разъем XP2) показано на рисунке (Рисунок 4).

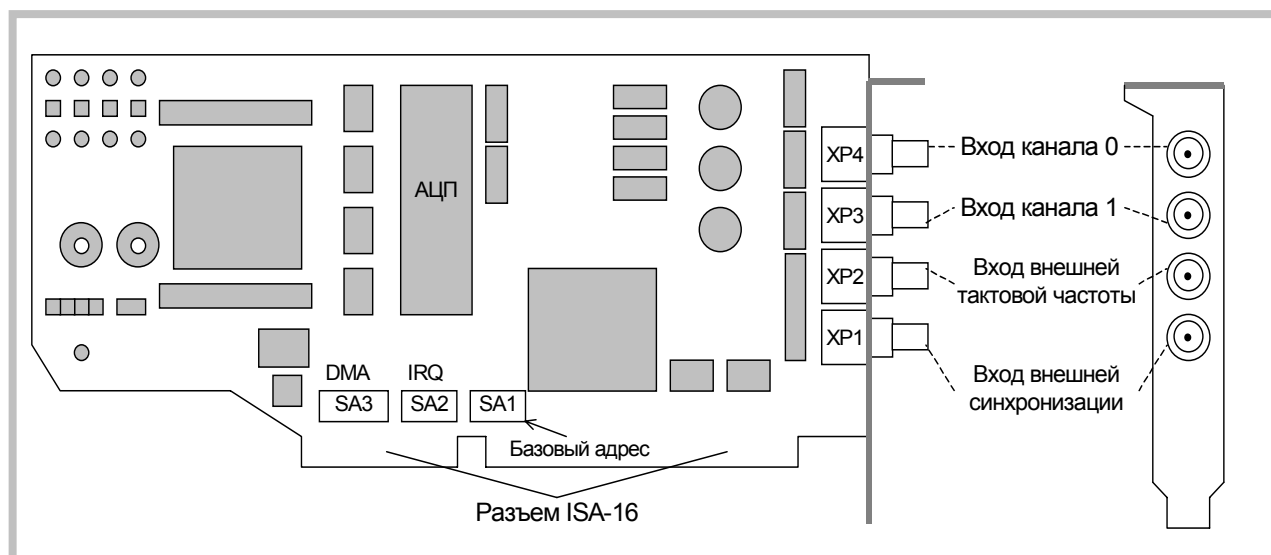


Рисунок 4. Схема размещения переключателей и разъемов на плате

Назначение разъемов

Разъем	Тип разъема	Назначение
XP1	BNC	Вход внешней синхронизации
XP2	BNC	Вход внешней тактовой частоты
XP3	BNC	Вход аналогового канала 1
XP4	BNC	Вход аналогового канала 0

➤ Примечания!

- 1) Аналоговая земля AGND выведена на внешнюю часть разъемов XP<1, 3, 4>.
- 2) Цифровая земля DGND выведена на внешнюю часть разъема XP2.

Назначение переключателей

Переключатель	Назначение
SA1	Выбор базового адреса
SA2	Выбор линии прерывания IRQ
SA3	Выбор канала DMA

Описание переключателей платы

➤ Замечание!

Рисунки переключателей по отношению к плате сориентированы так же, как и сама плата на её схематичном рисунке (Рисунок 3 или Рисунок 4).

Заводские установки переключателей SA1, SA2, SA3

Плата ЛА-н10М6 сконфигурирована на производстве для использования базового адреса 340 (Hex), линии прерывания IRQ 10 и канала DMA 7 (Таблица 4).

Эти установки пригодны для большинства систем. Однако если в вашем компьютере имеются устройства, которые используют тот же базовый адрес, или линию прерывания IRQ, или канал DMA, тогда вам следует изменить эти установки на плате ЛА-н10М6 или других устройствах вашего компьютера для предотвращения конфликтов между ними.

Таблица 4. Заводские установки переключателей SA1, SA2, SA3

Базовый адрес	340 (Hex)
Линия IRQ	Линия 10
Канал DMA	7

Выбор базового адреса (Переключатель SA1)

Вы можете установить базовый адрес платы, комбинируя переключки переключателя SA1 (Рисунок 5).

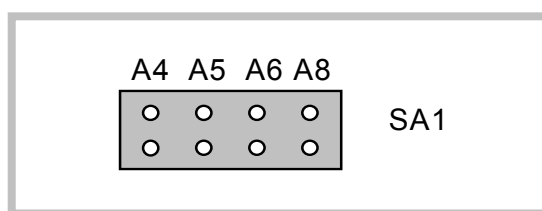


Рисунок 5. Переключатель SA1

Комбинации переключек и соответствующие им базовые адреса показаны в таблице (Таблица 5).

Таблица 5. Комбинации переключек переключателя SA1

Базовый адрес (Hex)	A4	A5	A6	A8
200h	вкл	вкл	вкл	вкл
210h	откл	вкл	вкл	вкл
220h	вкл	откл	вкл	вкл
230h	откл	откл	вкл	вкл
240h	вкл	вкл	откл	вкл
250h	откл	вкл	откл	вкл
260h	вкл	откл	откл	вкл
270h	откл	откл	откл	вкл

Базовый адрес (Hex)	A4	A5	A6	A8
300h	Вкл	Вкл	Вкл	Откл
310h	Откл	Вкл	Вкл	Откл
320h	Вкл	Откл	Вкл	Откл
330h	Откл	Откл	Вкл	Откл
340h	Вкл	Вкл	Откл	Откл
350h	Откл	Вкл	Откл	Откл
360h	Вкл	Откл	Откл	Откл
370h	Откл	Откл	Откл	Откл

Для примера на рисунке (Рисунок 6) показана комбинация перемычек для устанавливаемого на производстве базового адреса 340.

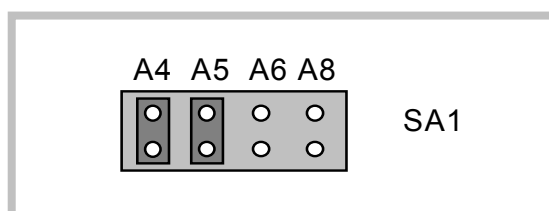


Рисунок 6. Комбинация перемычек для заводского базового адреса 340

➤ **Замечание!**

Базовый адрес платы необходимо устанавливать так, чтобы не возникало конфликтов с другими устройствами компьютера.

То есть нужно устанавливать такой базовый адрес, при котором в поле занимаемых платой ЛА-н10М6 адресов не попадают адреса портов уже вставленных в компьютер плат.

Выбор линии прерывания IRQ (Переключатель SA2)

С помощью переключателя SA2 можно выбрать одну из пяти линий прерываний: IRQ10, IRQ11, IRQ12, IRQ14, IRQ15 (Рисунок 7). Установленная перемычка соответствует выбору соответствующего прерывания.

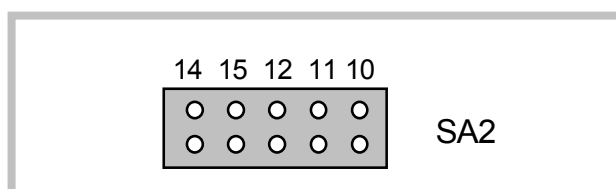


Рисунок 7. Переключатель SA2

Для примера на рисунке (Рисунок 8) показано положение перемычки для устанавливаемой на производстве линии прерывания IRQ 10.

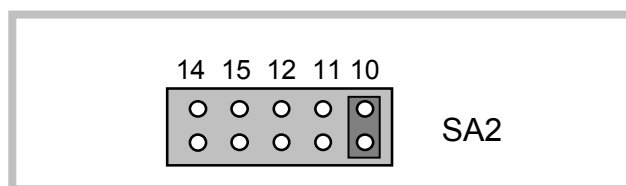


Рисунок 8. Заводская установка линии прерывания IRQ 10

В ЛА-н10М6 имеются возможности генерации прерывания IRQ по окончании сбора данных АЦП или по сигналу ТС компьютера при окончании цикла DMA.

➤ *Замечание!*

Необходимо выбирать для работы платы ЛА-н10М6 такую линию прерывания, которая не используется другими устройствами компьютера.

Выбор канала DMA (Переключатель SA3)

С помощью переключателя SA3 (Рисунок 9) можно выбрать один из трех каналов DMA - 5, 6, 7. Перемычки на переключателе SA3 необходимо устанавливать попарно (запрос и ответ от контроллера DMA).

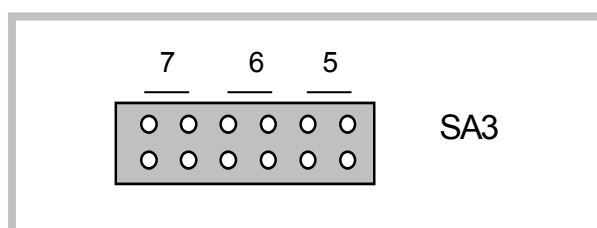


Рисунок 9. Переключатель SA3

Для примера на рисунке (Рисунок 10) показана комбинация перемычек для устанавливаемого на производстве канала DMA 7.

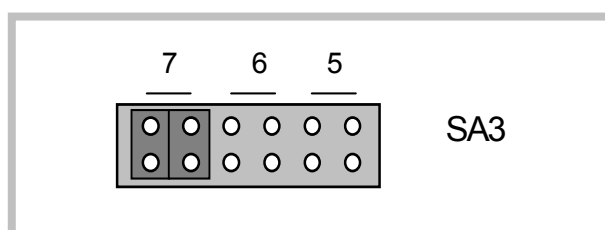


Рисунок 10. Заводская установка канала DMA 7

➤ *Замечание!*

Для нормальной работы платы ЛА-н10М6 не должно быть конфликтов с другими устройствами компьютера, как в адресном пространстве, так и по IRQ и DMA.

Установка платы

Плата ЛА-н10М6 может быть установлена в любой свободный слот ISA-16 вашего компьютера. Перед установкой платы или её конфигурированием рекомендуется записать конфигурацию вашего компьютера и положения переключателей SA1, SA2, SA3.

Предварительно необходимо также определить свободное от других устройств адресное пространство ПК, которое может быть отведено для регистров платы, и выбрать в соответствии с этим подходящий для платы базовый адрес.

В программе настройки и конфигурирования аппаратных средств и системных ресурсов ПК BIOS Setup в разделе Chipset Settings желательно установить в поле ATBUS CLOCK частоту 8МГц.

Далее приводится основная инструкция по установке платы ЛА-н10М6, однако кроме неё вам также следует руководствоваться руководством пользователя или техническими советами для вашего компьютера.

- 1) Выключите компьютер и все периферийные устройства (такие, например, как принтер, монитор).
- 2) Откройте крышку вашего компьютера
- 3) Переустановите, если это необходимо, переключатель SA1 платы согласно выбранному базовому адресу.
- 4) Переустановите, если это необходимо, переключатели платы SA2, SA3.
- 5) Установите разъем ISA-16 платы в свободный слот ISA-16 вашего компьютера.
- 6) Прикрепите плату винтом за верхнюю часть её крепёжно-установочного кронштейна к задней панели корпуса ПК.
- 7) Закройте крышку компьютера и закрепите её винтами.
- 8) К разъёмам XP<1...4> платы присоедините разъёмы с кабелями, соединяющими плату с периферийными устройствами - источниками аналоговых или цифровых сигналов.
- 9) Плата ЛА-н10М6 установлена и готова к работе.

➤ *Примечания!*

- 1) *Демонтаж платы производить только при выключенном питании ПК и соединённых с ним периферийных устройств!*
- 2) *Перед каждой установкой платы рекомендуется протереть её интерфейсный разъем ISA-16 слегка увлажнённой спиртом хлопчатобумажной тканью.*

Указания по подключению сигналов

Разъем	Описание входного сигнала
XP1	Внешняя синхронизация. Аналоговый сигнал амплитудой до $\pm 5\text{В}$ или ТТЛ-совместимый сигнал. На входе предусмотрено отключаемое дифференцирование (закрытый/открытый вход ³).
XP2	Внешняя тактовая частота АЦП (частота дискретизации АЦП). ТТЛ-совместимый сигнал, меандр. Период сигнала не менее 25нс. Запуск АЦП осуществляется по положительному фронту сигнала.
XP3	Сигнал амплитудой до $\pm 5\text{В}$. На входе предусмотрено отключаемое дифференцирование (закрытый/открытый вход).
XP4	Сигнал амплитудой до $\pm 5\text{В}$. На входе предусмотрено отключаемое дифференцирование (закрытый/открытый вход).

➤ Примечания!

- 1) Аналоговая земля AGND выведена на внешнюю часть разъемов XP<1, 3, 4>.
- 2) Цифровая земля DGND выведена на внешнюю часть разъема XP2.
- 3) При эксплуатации платы во избежание выхода её из строя необходимо использовать источники сигналов только с известными выходными характеристиками, не превышающими предельно допустимых значений.

Заземление

Следует особое внимание обратить на соединение платы с внешними устройствами – источниками сигналов. Если у них есть сетевой вторичный источник питания, необходимо проверить наличие общего заземления для этих устройств и компьютера (или другого устройства), в составе которого используется плата ЛА-н10М6. Это заземление должно быть сделано заранее, до того момента, когда будет подано питание на все устройства.

Питание

Желательно, чтобы все устройства с сетевым питанием использовали одну и ту же фазу (или фазы при трёхфазном питании) питающего напряжения. Это обеспечит одинаковый потенциал у земляного провода устройств, что устранил эффект уравнивания зарядов при присоединении кабелей устройств друг к другу. Этот эффект опасен кратковременным протеканием больших токов даже при обесточенной аппаратуре из-за малого сопротивления земляной шины. Полностью избежать его разрушительного влияния можно, лишь следуя сформулированному выше правилу, т.е. подключая аппаратуру к одной и той же фазе (фазам).

- ### ➤ Совет.
- Попросту говоря, включайте все используемые в одной системе устройства: компьютеры, генераторы, измерительные приборы и т.д. – в один и тот же сетевой «тройник», и тогда не придется испытывать разочарование от отказа системы при «непонятных» обстоятельствах.

³ Дифференцирование (открытый/закрытый вход) означает следующее: «открытый вход» – пропускается постоянная и переменная составляющие сигнала; «закрытый вход» – пропускается только переменная составляющая сигнала.

УПРАВЛЕНИЕ ПЛАТОЙ

Управление осуществляется программно через регистры платы, подробное описание которых приведено в разделе «Программирование». Краткое описание регистров по их назначению показано в таблице (Таблица 6).

Таблица 6. Назначение регистров платы ЛА-н10М6

Регистр	Назначение
Регистр синхронизации (Запись BASE+0)	Выбора режима и источника синхронизации.
Управляющий регистр (Запись BASE+1)	Выбор условий синхронизации и коэффициента деления первого каскада программируемого аттенюатора.
Регистр аналогового канала (Запись BASE+2)	Запись информации о коэффициенте усиления второго каскада программируемого аттенюатора, о смещении аналоговых каналов, о состоянии аналоговых входов 0 и 1 и входа внешней синхронизации. Регистр позволяет выбрать режим работы АЦП от кварцевого генератора – с частотой дискретизации 100МГц в одноканальном режиме или с частотой дискретизации 50МГц на два синхронных канала.
Служебные регистры СБИС (Чтение BASE+3, Запись BASE+7, Запись BASE+8)	Регистры предназначены для внутренней конфигурации платы. Запись посторонней информации в служебные регистры может привести к нарушению работы платы.
Управляющий регистр передачи данных (Чтение/Запись BASE+4)	Управление режимом DMA и прерываниями IRQ.
Статусный регистр (Чтение BASE+5)	Оперативное определение состояния платы ЛА-н10М6.
Регистр синтезатора (Запись BASE+6)	Задание частоты синтезатора.
Сброс DMA (Запись BASE+9)	Сброс запроса на DMA передачу в статусном регистре (Чтение BASE+5).
Сброс прерывания (Запись BASE+A)	Сброс запроса на прерывание передачу в статусном регистре (Чтение BASE+5).
Регистр делителя частоты синтезатора (Запись BASE+B)	Задание частоты дискретизации АЦП при работе с синтезатором частоты.

Регистр	Назначение
Регистр данных аналого-цифрового преобразования (Чтение BASE+C)	Двоичный код аналого-цифрового преобразования каналов 0 и 1 АЦП.
Контрольный регистр 1 (Запись BASE+C)	Определение общего объёма памяти и объёма предыстории, а также разрешение переключения частоты дискретизации с текущей частоты на 50 МГц или 6,25 МГц.
Контрольный регистр 2 (Запись BASE+D)	Установление частотой дискретизации АЦП одновременно для двух каналов.
Регистр уровня синхронизации (Запись BASE+E)	Задаёт напряжение, которое сравнивается с напряжением аналогового сигнала одного из каналов или с внешнего разъёма ХР1.
Регистр запуска АЦП (Запись BASE+F)	Запуск АЦП и запись данных во внутреннее ОЗУ платы.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Предварительное замечание! Плата ЛА-н10М6 для управления основными режимами имеет СБИС⁴ загружаемой программно конфигурации. Для работы в MS DOS или в WINDOWS запускается загрузочный программный модуль непосредственно перед работой с платой после включения питания или системного сброса (перезагрузки) компьютера. Для загрузки выделены три регистра по адресам BASE+7, BASE+8 для записи конфигурации СБИС, и BASE+3 – статусный регистр выполнения загрузки. При каждой загрузке вы должны указать, в каком режиме вы желаете работать - с использованием синтезатора частоты или с использованием кварцевого генератора.

При работе в среде WINDOWS программно можно сделать простое переключение на желаемый режим работы и загрузка СБИС произойдет автоматически.

- *Важно! При программировании всегда нужно помнить какой режим работы платы вы выбрали - с использованием синтезатора частоты или с использованием кварцевого генератора. В описании регистров следует обращать внимание на специальные замечания о загрузке СБИС при использовании синтезатора частоты.*

Карта регистров

Карта регистров для ЛА-н10М6 показана в таблице (Таблица 7). В таблице указывается имя регистра, адрес регистра (BASE+...), тип регистра (чтение, запись, или запись и чтение), а также размер регистра в битах.

Таблица 7. Карта регистров

Имя регистра	Адрес (Hex)	Тип	Размер
Регистр синхронизации	BASE+0	Запись	8
Управляющий регистр	BASE+1	Запись	8
Регистр аналогового канала	BASE+2	Запись	8
Служебный. Статусный регистр СБИС	BASE+3	Чтение	8
Управляющий регистр передачи данных	BASE+4	Чтение/Запись	8
Статусный регистр	BASE+5	Чтение	8
Регистр синтезатора	BASE+6	Запись	8
Служебный. Загрузка СБИС	BASE+7	Запись	8
Служебный. Загрузка СБИС	BASE+8	Запись	8
Сброс DMA	BASE+9	Запись	8
Сброс прерывания	BASE+A	Запись	8
Регистр делителя частоты синтезатора	BASE+B	Запись	8
Регистр данных аналого-цифрового преобразования	BASE+C	Чтение	16

⁴ СБИС - сверхбольшая интегральная схема

Имя регистра	Адрес (Hex)	Тип	Размер
Контрольный регистр 1	BASE+C	Запись	8
Контрольный регистр 2	BASE+D	Запись	8
Регистр уровня синхронизации	BASE+E	Запись	8
Регистр запуска АЦП	BASE+F	Запись	8

Регистр синхронизации (Запись BASE+0)

Регистр синхронизации предназначен для выбора режима и источника синхронизации.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
x	x	x	x	x	x	CHN	ABT

Бит	Имя	Описание
D0	ABT	Включение/отключение синхронизации. 0 – синхронизация включена. 1 – синхронизация выключена.
D1	CHN	Синхронизация по аналоговому каналу 0 или 1. 0 – синхронизация по аналоговому каналу 0. 1 – синхронизация по аналоговому каналу 1.

➤ Примечание!

При включенной синхронизации ЛА-н10М6 ожидает прихода синхроимпульса. Если сигнал выбранного для синхронизации канала имеет постоянное напряжение, несовпадающее с уровнем напряжения синхронизации или изменяется, но всегда меньше или больше уровня синхронизации, то запрос на передачу данных не выставляется, так как напряжение синхронизации постоянно. При этом ПЭВМ будет постоянно находиться в режиме ожидания. В этом случае, для того чтобы просмотреть сигнал необходимо выключить синхронизацию.

Управляющий регистр (Запись BASE+1)

Регистр предназначен для выбора условий синхронизации и коэффициента деления первого каскада программируемого аттенюатора.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
x	x	x	x	CD1	CD0	SS1	SS0

Условие синхронизации	SS1	SS0
По спаду от аналогового канала	0	0
По фронту от внешнего сигнала синхронизации	1	1

Условие синхронизации	SS1	SS0
По фронту от аналогового канала	1	0
По спаду от внешнего сигнала синхронизации	0	1

➤ *Примечания!*

- 1) При запуске АЦП по спаду напряжения аналогового канала пуск преобразования произойдет при совпадении выбранного уровня синхронизации с входным уровнем напряжения аналогового канала при условии, когда производная в точке совпадения этих уровней отрицательна (по спаду уровня входного напряжения аналогового канала).
- 2) При запуске АЦП по фронту напряжения аналогового канала пуск преобразования произойдет при совпадении выбранного уровня синхронизации с входным уровнем напряжения аналогового канала при условии, когда производная в точке совпадения этих уровней положительна (по фронту уровня входного напряжения аналогового канала).

Задание коэффициента деления программируемого аттенюатора

Первый каскад программируемого аттенюатора имеет в каждом аналоговом канале два независимых программно переключаемых коэффициента деления входного сигнала для канала 0 или 1.

Бит	Имя	Описание
D2	CD0	Коэффициент деления входного сигнала канала 0. 0 – 1:25. 1 – 1:5.
D3	CD1	Коэффициент деления входного сигнала канала 1. 0 – 1:25. 1 – 1:5.

Установка диапазона напряжений входного сигнала аналогового канала 0 или 1

Диапазон напряжений входного сигнала устанавливается записью соответствующих битов CD0 и CD1, а также битов KU0 и KU1 «Регистра аналогового канала (Запись BASE+2)». Выбор коэффициента усиления каждого аналогового канала независимый. Общий коэффициент передачи аналогового канала равен $KU \times (1/CD)$.

Таблица 8. Запись битов CD и KU для установления входного диапазона платы

Входной диапазон	CD	KU
±5V	0	1
±2,5V	0	0
±1V	1	1
±0,5V	1	0

Регистр аналогового канала (Запись BASE+2)

Регистр предназначен для записи информации о коэффициенте усиления второго каскада программируемого аттенюатора, о смещении аналоговых каналов, о состоянии аналоговых входов 0 и 1 и входа внешней синхронизации. Регистр позволяет выбрать режим работы АЦП от кварцевого генератора – с частотой дискретизации 100МГц в одноканальном режиме (канал 0) или с частотой дискретизации 50МГц на два синхронных канала.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DIFS	D1	M100	CS	KU0	DIF0	KU1	DIF1

Бит	Имя	Описание
D0	DIF1	Состояние входа аналогового канала 1 (дифференцирование ⁵). 0 – вход открытый. 1 – вход закрытый.
D1	KU1	Коэффициент усиления аналогового канала 1. 0 – 10. 1 – 5.
D2	DIF0	Состояние входа аналогового канала 0 (дифференцирование). 0 – вход открытый. 1 – вход закрытый.
D3	KU0	Коэффициент усиления аналогового канала 0. 0 – 10. 1 – 5.
D4	CS	Всегда 0, кроме случая записи конца слова смещения. 1 – конец записи слова смещения.
D5	M100	Режим работы АЦП от кварцевого генератора. 0 – два синхронных канала по 50МГц. 1 – 100МГц (канал 0).
D6	D1	Слово смещения.
D7	DIFS	Состояние входа внешней синхронизации (дифференцирование). 0 – вход открытый. 1 – вход закрытый.

⁵ Дифференцирование (открытый/закрытый вход) означает следующее: «открытый вход» – пропускается постоянная и переменная составляющие сигнала; «закрытый вход» – пропускается только переменная составляющая сигнала.

Смещение входного сигнала задаётся восьмиразрядным словом. Код 255 соответствует положительному максимальному напряжению смещения +1В (максимальное смещение характеристики вверх), а нулевое значение (0 код) соответствует отрицательному минимальному смещению -1В (максимальное смещение характеристики вниз) для входного диапазона АЦП⁶ $\pm 1В$. Для записи смещения нужно обнулить бит D4 (CS=0), затем, используя бит D6, последовательно занести в порт адрес аналогового канала и смещение.

Карта битов слова смещения:

D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
A1	A0	DT7	DT6	DT5	DT4	DT3	DT2	DT1	DT0

Бит	Имя	Описание
D<0...7>	DT<0...7>	Данные слова смещения. DT7 – старший бит данных. DT0 – младший бит данных.
D8	A0	Выбор аналогового канала 0 или 1. 0 – канал 0. 1 – канал 1.
D9	A1	0

➤ *Примечание! Бит D4 «Регистра аналоговых каналов (Запись BASE+2)» устанавливается в единицу одновременно с записью бита DT0 слова смещения.*

➤ *Пример.*

Пусть текущее значение коэффициентов усиления соответственно KU0, KU1, режим M100, тогда для записи слова смещения для аналогового канала 1 в «Регистр аналоговых каналов (Запись BASE+2)» нужно занести следующие данные:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DIFS	x	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	0	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	1	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	DT7	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	DT6	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	DT5	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	DT4	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	DT3	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	DT2	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	DT1	M100	0	KU0	DIF0	KU1	DIF1
DIFS	DT0	M100	1	KU0	DIF0	KU1	DIF1

⁶ Здесь подразумевается входной диапазон собственно АЦП, а не диапазон входных напряжений платы. Он равен $\pm 1В$ или, иначе, 0-2В.

Служебные регистры СБИС (Чтение BASE+3, Запись BASE+7, Запись BASE+8)

Регистры предназначены для внутренней конфигурации платы. Запись посторонней информации в служебные регистры может привести к нарушению работы платы.

Управляющий регистр передачи данных (Чтение/Запись BASE+4)

Управляющий регистр предназначен для управления режимом DMA и прерываниями IRQ.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
x	x	x	x	x	x	END	ENI

Бит	Имя	Описание
D0	ENI	Разрешение/запрещение работы по IRQ. 0 – запрещение. 1 –разрешение.
D1	END	Разрешение/запрещение работы по DMA. 0 – запрещение. 1 –разрешение.

➤ Примечания!

- 1) Если END=0, а ENI=1, то работа IBM PC с памятью платы осуществляется только по прерыванию IRQ. Причём запрос на IRQ выставляется только по окончании цикла записи данных во внутреннее ОЗУ платы ЛА-н10М6.
- 2) Если END=1, а ENI=1, то работа компьютера с памятью платы осуществляется по прямому доступу к памяти компьютера. Запрос DRQ выставляется по окончании цикла записи во внутреннее ОЗУ ЛА-н10М6 (регистр по адресу BASE+5). По окончании передачи блока данных (его размер задаётся программированием контроллера DMA) по сигналу TC выставляется запрос IRQ. Теперь Вы можете перепрограммировать контроллер DMA на передачу следующего блока данных из ОЗУ ЛА-н10М6. После передачи последнего блока данных необходимо сбросить запрос DMA и IRQ в регистрах по адресам BASE+9 и BASE+A.
- 3) Если END=0, а ENI=0, то работа компьютера с памятью платы осуществляется программно по чтению бита готовности (регистр BASE+5).
- 4) Если END=1, а ENI=0 - запрещённая комбинация, при этом запрос IRQ не выставляется (регистр BASE+5), возможна передача только одного блока данных.

Статусный регистр (Чтение BASE+5)

Регистр предназначен для оперативного определения состояния платы ЛА-н10М6.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
х	х	х	х	х	х	IRQ	DRQ

Бит	Имя	Описание
D0	DRQ	Есть/нет запрос на DMA передачу. 0 – нет запроса. 1 – есть запрос.
D0	DRQ в программном режиме	0 – сбор данных не завершен. 1 – готовность данных для чтения.
D1	IRQ	Есть/нет запрос на прерывание IRQ. 0 – нет запроса. 1 – есть запрос.

➤ Примечания!

- 1) Бит D1 устанавливается в единицу только по приходу сигнала TC (смотри «Управляющий регистр передачи данных (Чтение/Запись BASE+4)»).
- 2) Бит D0 установится в единицу по окончании цикла записи во внутреннее ОЗУ платы ЛА-н10М6.
- 3) Оба бита D0 и D1 можно сбросить (обнулить), подав соответствующую команду (смотри далее регистры по адресам BASE+9 BASE+A).
- 4) В программном режиме бит D0 есть флаг готовности данных для чтения.

Регистр синтезатора (Запись BASE+6)

➤ Специальное замечание!

♦ Регистр доступен только при работе с синтезатором частоты!

Регистр предназначен для задания частоты синтезатора.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
х	х	х	х	х	ST	DATA	CLK

Бит	Имя	Описание
D0	CLK	Синхроимпульсы данных (Рисунок 11).
D1	DATA	Данные для задания частоты синтезатора (Слово размером 14 бит).
D2	ST	Стробирующий сигнал. Переход из 1 в 0 означает конец ввода слова DATA (данных для задания частоты синтезатора).

Частота синтезатора вычисляется по формуле:

$$f_{\text{СИНТЕЗАТОРА}} = \frac{M}{2^{N+2}}, \text{ МГц}$$

где коэффициенты N и M задаются через бит DATA.

Временная диаграмма для программирования Регистра синтезатора показана на рисунке (Рисунок 11).

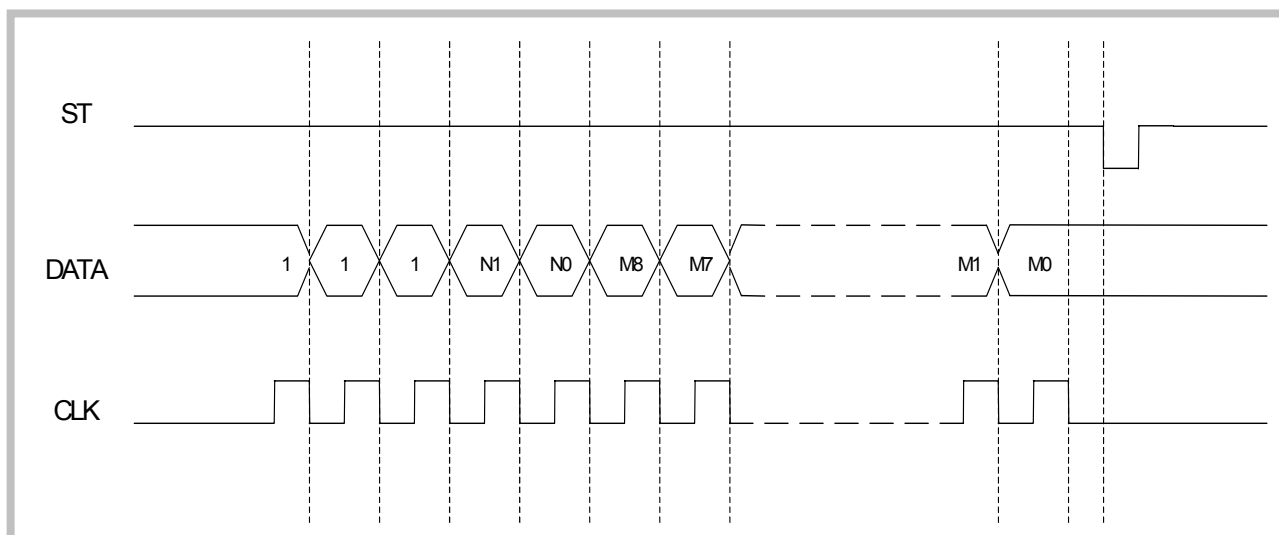


Рисунок 11. Временная диаграмма для программирования Регистра синтезатора (Запись BASE+6)

Карта битов слова данных для задания частоты синтезатора (DATA):

D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	1	N1	N0	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	M0

Бит	Имя	Описание
D<0...8>	M<0...8>	Коэффициент M. M – целое число и изменяется в пределах 200÷400.
D<9...10>	N<0...1>	Коэффициент N. N = 0, 1, 2 или 3.
D<11...13>	1	Всегда равен 1

➤ Примеры.

- 1) Пусть требуется задать частоту синтезатора $f_{\text{СИНТЕЗАТОРА}}=28,125\text{МГц}$.
Коэффициенты M=225 и N=1. Подставив в формулу коэффициенты, получим:

$$f_{\text{СИНТЕЗАТОРА}} = \frac{M}{2^{N+2}} = \frac{225}{8} = 28,125\text{МГц}.$$

Следовательно, для задания частоты синтезатора $f_{\text{СИНТЕЗАТОРА}}=28,125\text{МГц}$ необходимо через бит DATA записать коэффициенты M=225 и N=1 в двоичном виде согласно карте битов слова данных для задания частоты синтезатора (DATA) и временной диаграмме (Рисунок 11).

- 2) Пример программирования Регистра синтезатора (Запись BASE+6) показан в таблице (Таблица 9).

Таблица 9. Пример программирования Регистра синтезатора (Запись BASE+6)

ST	DATA	CLK
1	1	0
1	1	1
1	1	0
1	1	1
1	1	0
1	1	1
1	N1	0
1	N1	1
1	N0	0
1	N0	1
1	M8	0
1	M8	1
1	M7	0
1	M7	1
...	...	...
...	...	...
1	M1	0
1	M1	1
1	M0	0
1	M0	1
1	...	0
0	...	0

Сброс DMA (Запись BASE+9)

Регистр сброса DMA предназначен для сброса запроса на DMA передачу в «Статусном регистре (Чтение BASE+5)». При записи любого числа по адресу BASE+9 происходит обнуление бита D0 в статусном регистре (DRQ=0).

Сброс прерывания (Запись BASE+A)

Регистр сброса прерываний предназначен для сброса запроса на прерывание в «Статусном регистре (Чтение BASE+5)». При записи любого числа по адресу BASE+A происходит обнуление бита D1 в статусном регистре (IRQ=0).

Регистр делителя частоты синтезатора (Запись BASE+B)

➤ *Специальное замечание!*

♦ *Регистр доступен только при работе с синтезатором частоты!*

Регистр предназначен для задания частоты дискретизации АЦП при работе с синтезатором частоты.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
DS7	DS6	DS5	DS4	DS3	DS2	DS1	DS0

Бит	Имя	Описание
D<0...7>	DS<0...7>	Двоичный код коэффициента деления частоты DS. DS изменяется в пределах 0÷254 и задает частоту дискретизации АЦП, вычисляемую по одной из формул:

$$1) f_{\text{АЦП}} = \frac{f_{\text{СИНТЕЗАТОРА}}}{2} \quad (\text{для } DS = 0).$$

$$2) f_{\text{АЦП}} = \frac{f_{\text{СИНТЕЗАТОРА}}}{2(256 - DS)} \quad (\text{для } DS = 1 \div 254);$$

$f_{\text{синтезатора}}$ задается через «Регистр синтезатора (Запись BASE+6)».

➤ Пример:

Пусть в «Регистр делителя частоты синтезатора (Запись BASE+B)» записан коэффициент DS=253. Тогда будет задана следующая частота дискретизации АЦП:

$$f_{\text{АЦП}} = \frac{f_{\text{СИНТЕЗАТОРА}}}{2(256 - 253)} = \frac{f_{\text{СИНТЕЗАТОРА}}}{6}.$$

Регистр данных аналого-цифрового преобразования (Чтение BASE+C)

Карта битов канала 0 АЦП:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0

Карта битов канала 1 АЦП:

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
AD15	AD14	AD13	AD12	AD11	AD10	AD9	AD8

Бит	Имя	Описание
D<0...7>	AD<0...7>	Двоичный код аналого-цифрового преобразования канала 0 АЦП. AD7 – старший бит. AD0 – младший бит.
D<8...15>	AD<8...15>	Двоичный код аналого-цифрового преобразования канала 1 АЦП. AD15 – старший бит. AD8 – младший бит.

При входном диапазоне напряжений $\pm 5\text{В}$, характеристика преобразования АЦП выглядит так, как показано на рисунке (Рисунок 12). При этом младший значащий разряд (МЗР) имеет величину 39 мВ ($10\text{В}/256$, где $256=2^8$).

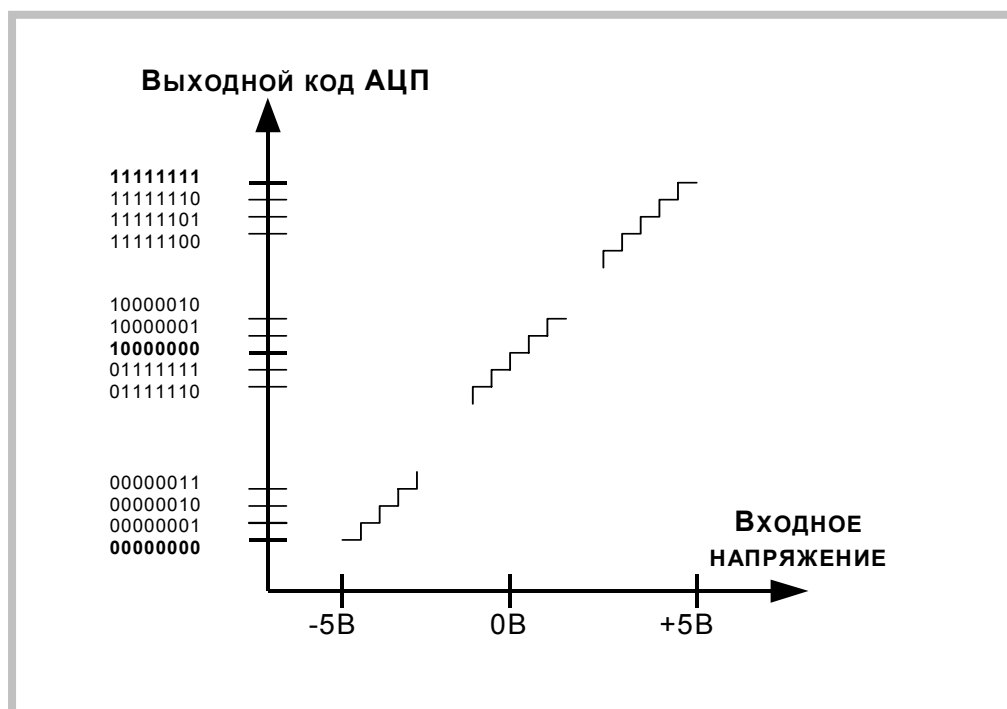


Рисунок 12. Характеристика преобразования АЦП для входного диапазона $\pm 5\text{В}$

Контрольный регистр 1 (Запись BASE+C)

➤ *Специальное замечание!*

◆ *Бит D0 регистра доступен только при работе с кварцевым генератором!*

Контрольный регистр 1 предназначен для определения общего объема памяти и объема предыстории, а также для разрешения переключения частоты дискретизации с текущей частоты на 50 МГц или $6,25\text{ МГц}$ (смотри «Контрольный регистр 2 (Запись BASE+D)»).

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
M3	M2	M1	P4	P3	P2	P1	ESW

Бит	Имя	Описание
D0	ESW	Разрешение/запрещение переключения частоты дискретизации при работе от кварцевого генератора. 0 – разрешение. 1 – запрещение.
D<1...4>	P<1...4>	Задание объема памяти предыстории (Таблица 10).
D<5...7>	M<1...3>	Задание общего объема буфера памяти (Таблица 11).

Таблица 10. Задание объема памяти предыстории

P4	P3	P2	P1	Объем памяти предыстории
0	0	0	0	BC (общий объем буфера памяти)-15×BC/16-BC/16
0	0	0	1	BC-14×BC/16-BC/16
...	...	...	...	...
1	1	1	1	BC-BC/16

Таблица 11. Задание общего объема буфера памяти

M3	M2	M1	Общий объем буфера памяти (BC)
0	0	0	1K×8 бит×2 канала
0	0	1	2K×8 бит×2 канала
0	1	0	4K×8 бит×2 канала
0	1	1	8K×8 бит×2 канала
1	0	0	16K×8 бит×2 канала
1	0	1	32K×8 бит×2 канала
1	1	0	64K×8 бит×2 канала
1	1	1	128K×8 бит×2 канала

➤ **Примечания!**

- 1) Когда $ESW=0$, во время переключения частоты дискретизации возможно однократное появление некорректного кода!
- 2) Таблица 10: объем памяти предыстории вычисляется по формуле:

$$BC - (P4 \times 2^3 + P3 \times 2^2 + P2 \times 2^1 + P1 \times 2^0) \times BC/16 - BC/16.$$

- 3) Таблица 11: $K = 1024$.

Контрольный регистр 2 (Запись BASE+D)

➤ **Специальное замечание!**

♦ Регистр доступен только при работе с кварцевым генератором!

Контрольный регистр 2 предназначен для установления частоты дискретизации АЦП одновременно для двух каналов.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
x	x	x	FSW	SR4	SR3	SR2	SR1

Бит	Имя	Описание
D<0...3>	SR<1...4>	Задание частоты дискретизации АЦП одновременно для двух каналов (Таблица 12).
D4	FSW	0 – переключение частоты дискретизации с текущей на 50МГц по окончании записи предыстории и по приходу синхросигнала, если в «Контрольном регистре 1 (BASE+C)» ESW=0. 1 – переключение с текущей частоты на 6,25 МГц по окончании записи предыстории и по приходу синхросигнала, если в «Контрольном регистре 1 (BASE+C)» ESW=0.

Таблица 12. Задание частоты дискретизации АЦП

SR4	SR3	SR2	SR1	Частота дискретизации
0	0	0	0	Внешняя
0	0	0	1	50МГц
0	0	1	0	25МГц
...	...	...	...	...
1	1	1	1	3,052кГц

Регистр уровня синхронизации (Запись BASE+E)

Регистр уровня синхронизации задаёт напряжение, которое сравнивается с напряжением аналогового сигнала одного из каналов или с внешнего разъёма ХР1. По сигналу совпадения напряжений буфер памяти переходит в режим записи истории, если объём предыстории записан. В противном случае опять заполняется буфер предыстории.

Аналоговый порог задаётся дискретно и имеет 256 уровней в диапазоне 0-2В (входной диапазон АЦП⁷) для аналоговых каналов и $\pm 5В$ для внешней синхронизации.

Карта битов:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
AL7	AL6	AL5	AL4	AL3	AL2	AL1	AL0

Бит	Имя	Описание
D<0...7>	AL<0...7>	Двоичный код уровня синхронизации. Код 128 – средняя точка диапазона. AL7 – старший бит. AL0 – младший бит.

Регистр запуска АЦП (Запись BASE+F)

Регистр предназначен для запуска АЦП и записи данных во внутреннее ОЗУ платы. Данный режим устанавливается записью любого числа по адресу BASE+F.

⁷ Здесь подразумевается входной диапазон собственно АЦП, а не диапазон входных напряжений платы. Он равен $\pm 1В$ или, иначе, 0-2В.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АЦК

Регламентирующие документы

При оценке метрологических характеристик АЦП обычно пользуются параметрами, которые регламентируются ГОСТ 24736-81 и ОСТ 1100783-84. В эти параметры входят:

- число разрядов АЦП;
- время установления;
- время преобразования;
- нелинейность;
- дифференциальная нелинейность;
- амплитудно-частотная характеристика (АЧХ);
- фазочастотная характеристика (ФЧХ).

Согласно указанным нормативным документам параметры АЦП определяются при подаче на его вход постоянных уровней напряжения во всем динамическом диапазоне преобразователя. Исключение составляют АЧХ и ФЧХ, которые определяются при подаче на вход АЦП гармонических воздействий.

Особенности реальных измерений

В реальных условиях АЦП часто используются для преобразования в цифровой код переменных входных воздействий, а в таком режиме упомянутых параметров и знаний АЧХ и ФЧХ может оказаться недостаточно для определения применимости АЦП в реальных условиях. В этом смысле важно отметить следующее.

- 1) Естественно называть статическим режимом работы АЦП такой, при котором за время преобразования входной сигнал не меняется более величины МЗР АЦП. При этом входной сигнал для самого АЦП будет статическим, хотя для тракта, по которому распространяется сигнал до того, как попадет в АЦП, он является динамическим.
- 2) Так как наряду с АЦП часто используются другие устройства, такие как: мультиплексоры, усилители, фильтры, УВХ, их искажения будут суммироваться с погрешностью АЦП и определять метрологическую характеристику (МХ) адаптера, в состав которого входит АЦП. В настоящее время развитие микроэлектроники привело к тому, что многие из перечисленных устройств стали неотъемлемой частью микросхем АЦП.

При этом, вследствие динамического взаимодействия измеряемого сигнала с элементами АЦК, знания основных метрологических характеристик АЦК по вышеперечисленным нормативным документам оказывается явно недостаточно. Поэтому Центр АЦП применяет, наряду с регламентированными этими ГОСТ, другие метрологические характеристики АЦК для расчёта инструментальной погрешности результатов измерения.

Знание МХ АЦК позволяет решить следующие прикладные вопросы:

- оценка инструментальной погрешности измерений. При этом должны учитываться и все факторы, влияющие на инструментальную погрешность: изменения влияющих величин (температуры окружающей среды, напряжения питания, воздействия электромагнитных полей и других неинформативных параметров входного сигнала), свойства объекта измерений, частота

изменения измеряемых величин, выходные свойства устройств, к которым подключается плата АЦП, и др.;

- выбор средства измерений, МХ которого обеспечили бы требуемое качество измерения в известных условиях применения средств измерения (СИ);
- сравнение СИ различных типов по МХ. При этом должны быть известны условия применения СИ;
- разработка сложных измерительных систем, используя при этом МХ отдельных компонентов системы;
- оценка погрешностей измерительных систем по МХ компонентов. Иногда единственно возможным путём решения этой задачи является расчётный путь по известным МХ компонентов.

Использование и выбор вида МХ должно быть наилучшим образом ориентированы на конкретное применение СИ.

В соответствии с ГОСТ 8.009-84 необходимо в нормативно-технической документации на СИ приводить такие нормированные МХ, используя которые можно было бы решить следующие задачи:

- определение результатов измерения (без учёта поправки на систематическую погрешность измерения);
- расчёт оценки инструментальной погрешности измерений данного вида в реальных условиях применения.

Для определения результатов измерения напряжения на входе платы АЦП используются следующие НМХ:

- диапазон входных напряжений АЦП;
- коэффициент усиления инструментального усилителя;
- коэффициент усиления программируемого усилителя;
- число разрядов АЦП (следовательно, величина МЗР);
- частота дискретизации АЦП.

Для определения оценки инструментальной погрешности измерений переменного напряжения используются следующие параметры:

- ошибка сдвига;
- ошибка диапазона;
- число эффективных разрядов (ЧЭР).

Ошибка диапазона является статической аддитивной погрешностью. Число эффективных разрядов в зависимости от частоты измеряемого сигнала - комплексный динамический параметр, который учитывает шумовые и нелинейные погрешности АЦК. ЧЭР включает в себя шумы - аналоговой части АЦК, квантования, дифференциальной нелинейности АЦП; интегральную нелинейность, и инерционные свойства звеньев АЦК.

Помимо ЧЭР - комплексного параметра, используются частные динамические НМХ:

- отношение сигнал/шум;
- коэффициент гармоник (нелинейные искажения);
- относительные уровни гармоник;
- отношение сигнал/шум + искажения;
- реальный динамический диапазон.

Все частные динамические НМХ используются в зависимости от частоты входного сигнала, частоты дискретизации АЦП, коэффициентов усиления АЦК, режимов включения усилителей и диапазона характеристики преобразования АЦП платы.

Статические параметры АЦП

Здесь описываются статические параметры АЦП, которые регламентированы ГОСТ 24736-81 «Преобразователи интегральные цифро-аналоговые и аналого-цифровые. Основные параметры» и ОСТ 1100783-84. Рисунок (Рисунок 13) призван помочь более наглядно представить предмет обсуждения.

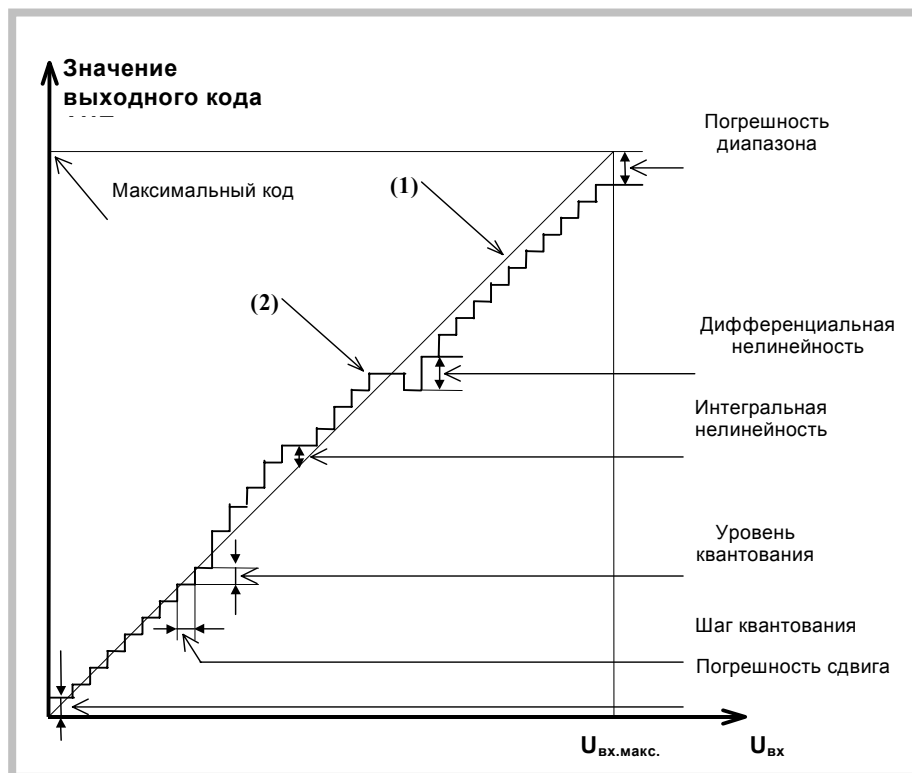


Рисунок 13. Статические параметры АЦП

- **Характеристика преобразования ХП (2)** – зависимость выходного кода АЦП от входного напряжения $U_{вх}$.
- **Идеальная характеристика преобразования (1)** – прямая линия, “наиболее приближенная” к точкам характеристики преобразования.
- **Число разрядов АЦП, N.** Двоичный логарифм максимального числа кодовых комбинаций на выходе АЦП. Если число разрядов N, тогда число 2^N даст количество комбинаций в выходном коде преобразователя, при этом их диапазон будет равно $0 \div (2^N - 1)$.
- **Пример.** Для 12-разрядного АЦП количество комбинаций составит $2^{12} = 4096$ в диапазоне от 0 до 4095.
- **Время преобразования, $t_{прб}$.** Интервал времени от начала преобразования АЦП до появления на выходе устойчивого кода, соответствующего входному напряжению.
- **Погрешность сдвига.** Смещение характеристики преобразования в точке начала координат графика. После того как АЦП сбалансирован, то есть минимальное значение кода АЦП соответствует минимальному входному напряжению, может остаться отличие реальной характеристики от идеальной.

Если рассматривать АЦП как вольтметр, то погрешность сдвига и погрешность диапазона равноценны систематической составляющей основной погрешности

платы во всём диапазоне входных напряжений. При этом принципиально то, что величина этой погрешности зависит от усиления инструментального и программируемого усилителя, а также от диапазонов АЦП.

- **Отклонение в конечной точке, $\delta_{\text{пд}}$.** Погрешность диапазона, т.е. погрешность преобразователя в конечной точке диапазона.

➤ *Примечание.*

Обычно погрешность сдвига и диапазона выражаются в единицах МЗР.

- **Пороговый уровень** - величина входного аналогового уровня АЦП, при котором выходной код меняется на 1. Общее число пороговых уровней вследствие наличия дифференциальной нелинейности может быть меньше числа уровней квантования АЦП.
- **Интегральная нелинейность (или просто нелинейность).** Отклонение по вертикальной оси точек реальной характеристики от идеальной характеристики преобразования, делящих пополам расстояние (по оси абсцисс) между средними значениями пороговых уровней ХП (см. график). Измеряется в процентах или единицах МЗР. Интегральная нелинейность является функцией от пороговых уровней АЦП.

➤ *Примечание.*

При разработке АЦП предусматривают возможность регулировки погрешности сдвига и диапазона, а также нелинейности для их минимизации.

- **Дифференциальная нелинейность (немонотонность), $\delta_{\text{диф}}$.** Отклонение разности двух аналоговых сигналов, соответствующих последовательной смене кодов, от значения, соответствующего единице МЗР. Иначе говоря, при монотонном увеличении сигнала на выходе АЦП может возникать код, который соответствует одному и тому же входному сигналу, в то время как сам входной сигнал изменился более одного шага квантования, который равен $U_{\text{ВХ.МАКС.}}/2^N$. Измеряется в процентах или единицах МЗР. Дифференциальная нелинейность - функция пороговых уровней АЦП.
- **Пример.** Дифференциальная нелинейность в половину МЗР говорит о том, что два входных уровня, различающихся на половину шага квантования, вызвали появление соответствующих соседних кодов на выходе АЦП.

➤ *Примечание.*

В реальном АЦП по каким-либо причинам может возникать пропадание кода на его выходе, что эквивалентно появлению дифференциальной нелинейности. Отличие в том, что сама по себе дифференциальная погрешность является систематической погрешностью, то есть возникает всегда при подаче на вход АЦП соответствующего входного сигнала, а пропадание кода чаще является случайным процессом и зависит от условий обмена по шине данных ПК.

Динамические параметры АЦК

В реальных условиях эксплуатации для описания МХ АЦК удобно использовать не только статические, но и динамические параметры, которые, согласно ГОСТ 8.009-84, представляют собой МХ СИ, в которых выходная реакция СИ определяется значениями измеряемого сигнала и изменениями этого сигнала во времени.

Динамические параметры АЦП следующие:

- отношение сигнал/шум;
- отношение сигнал/шум + искажения;
- коэффициент нелинейных (гармонических) искажений;
- относительные уровни гармоник при гармоническом входном воздействии;
- реальный динамический диапазон;
- число эффективных разрядов.

Комплексный динамический параметр - число эффективных разрядов в зависимости от частоты входного гармонического сигнала считается основным для АЦК.

Кроме того, имеет смысл приводить МХ дифференциальную нелинейность и усреднённую характеристику преобразования, измеренные в динамическом режиме калибровки. В определённых применениях АЦК (например, в радиолокации) знание этих МХ позволяет обоснованно решить задачу выбора СИ.

Для того чтобы измерить динамические метрологические характеристики АЦК, можно подать на его вход тестовый синусоидальный сигнал и вычислить затем с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ) частотный спектр выходного сигнала АЦП. В качестве калибровочного выбирается гармонический синусоидальный сигнал низкочастотного генератора с искажениями, приемлемыми для работы с АЦП имеющейся разрядности.

➤ *Примечание.*

Под сигналом далее подразумевается спектральная составляющая, соответствующая входному сигналу калибровки. Шум определяется как совокупность всех остальных нежелательных компонент: побочных частот и шумового фона, не считая гармоник сигнала.

- **Отношение С/Ш.** Для его получения необходимо просуммировать мощности спектральных составляющих, за исключением постоянной составляющей и гармоник сигнала, и вычислить отношение мощности главной спектральной составляющей к результату суммирования.

В случае идеального АЦП БПФ измеренной реализации даст узкополосный спектр с ярко выраженным главным максимумом, соответствующим частоте подаваемого на вход АЦП синусоидального напряжения. Причём, мощность, сосредоточенная вблизи главного максимума, по отношению к остальной мощности, распределенной в остальной части частотного диапазона, будет максимальна.

На практике отношение С/Ш может учитывать гармоники основной частоты, если это указано специально. Такой параметр называют **отношение сигнала к шуму плюс искажения** (С/[Ш+И]). Для идеального АЦП, как известно, с учетом только шума квантования справедливо соотношение $C/Ш [дБ] = (6,02 \cdot N + 1,76)$. В случае идеального 16-разрядного это даст $6,02 \times 16 + 1,76 = 98 [дБ]$. Использование реального АЦП, неминуемо вносящего дополнительные погрешности в процесс измерения, приведет к ухудшению С/Ш.

Экспериментально можно измерить С/[Ш+И], используя высококачественный измеряемый сигнал и вычисляя БПФ, включая в понятие шума и гармоники сигнала

(искажения). Тогда, подставляя полученное отношение в описанную формулу, можно найти число эффективных разрядов АЦП.

- **Коэффициент гармонических искажений ($K_{ги}$).** Определяется нелинейностью характеристики преобразования на определённой частоте и вычисляется как отношение суммы рассчитанных вышеописанным образом мощностей гармоник к мощности главной спектральной составляющей или первой гармонике.

➤ *Пример.*

Для случая использования 2-й, 3-й, 4-й и 5-й гармоник

$$K_{ги} [дБ] = 10Lg((\sum(A_2)^2 + (A_3)^2 + (A_4)^2 + (A_5)^2) / (A_1)^2),$$

где A_1 – амплитуда основной гармоники, $A_{2...5}$ – амплитуды гармоник основной частоты.

- **Реальный динамический диапазон (РДД).** Определяется как отношение энергии основной спектральной составляющей сигнала к амплитуде следующей по величине гармоники или шумовому выбросу. Знание РДД приобретает важность в тех применениях, где гармоники, побочные составляющие и шумы не должны превосходить по уровню самый слабый из подлежащих преобразованию сигнал. В большинстве случаев эту информацию дает оценка уровня гармоник в полосе АЦК, поскольку большая из гармоник обычно превосходит шумовой фон и побочные компоненты. Знание реального динамического диапазона АЦК в составе радиолокационной системы обеспечит возможность оценки её применимости для определения слабых сигналов.
- **Число эффективных разрядов (ЧЭР), $N_{эфф}$.** Шум и гармоники влияют на точность измерений. Можно сказать, что у АЦП уменьшается разрядность. ЧЭР учитывает любые виды погрешностей. Все ошибки преобразователя, обусловленные дифференциальной и интегральной нелинейностями, апертурной неопределенностью (джиттер), и пропуском кодов, выступают как составляющие некоторой суммарной среднеквадратической погрешности. Нетрудно показать, что ЧЭР вычисляется по формуле: $N_{эфф} = (C/[Ш+И] - 1,76)/6,02$, где $C/[Ш+И]$ вычисляется по результату вычисления преобразования Фурье измеренного калибровочного гармонического сигнала.

Оборудование, созданное Центром АЦП ЗАО «Руднев-Шиляев», позволяет калибровать АЦК в динамическом режиме по параметрам, получаемым с помощью БПФ, с точностью до 16 разрядов и оценивать параметры АЦК с точностью до 24 разрядов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ КАЛИБРОВКИ ПЛАТЫ ЛА-н10М6

Калибровка платы производится по следующим статическим параметрам:

- собственный шум при закороченных входах;
- дифференциальная нелинейность;
- интегральная нелинейность.

Калибровка платы производится по следующим динамическим параметрам:

- дифференциальная нелинейность на гармоническом сигнале;
- усреднённая характеристика преобразования на гармоническом сигнале;
- отношение сигнал/шум;
- коэффициент гармоник;
- уровни гармоник по пятую включительно;
- реальный динамический диапазон;
- число эффективных разрядов в зависимости от входной частоты при различных диапазонах характеристики преобразования АЦП, усилении инструментального и программируемого усилителей и для заданной частоты дискретизации.

Отдельные усредненные результаты калибровки приводятся ниже, а так же в разделе «Технические данные».

Динамические параметры АЦК платы ЛА-н10М6.

Ниже приводятся результаты калибровок платы ЛА-н10М6 по основным динамическим параметрам в различных режимах. В таблицах и на графиках приведены зависимости этих параметров от входного калибровочного воздействия.

Приняты следующие условные обозначения:

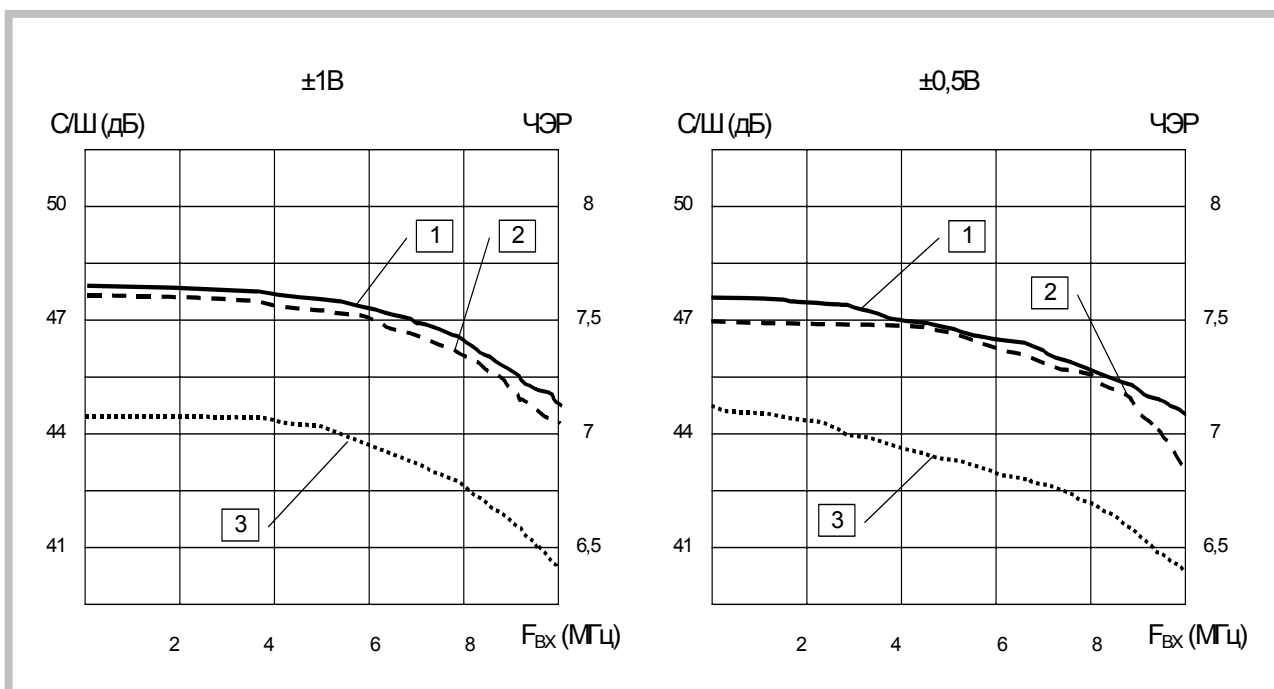
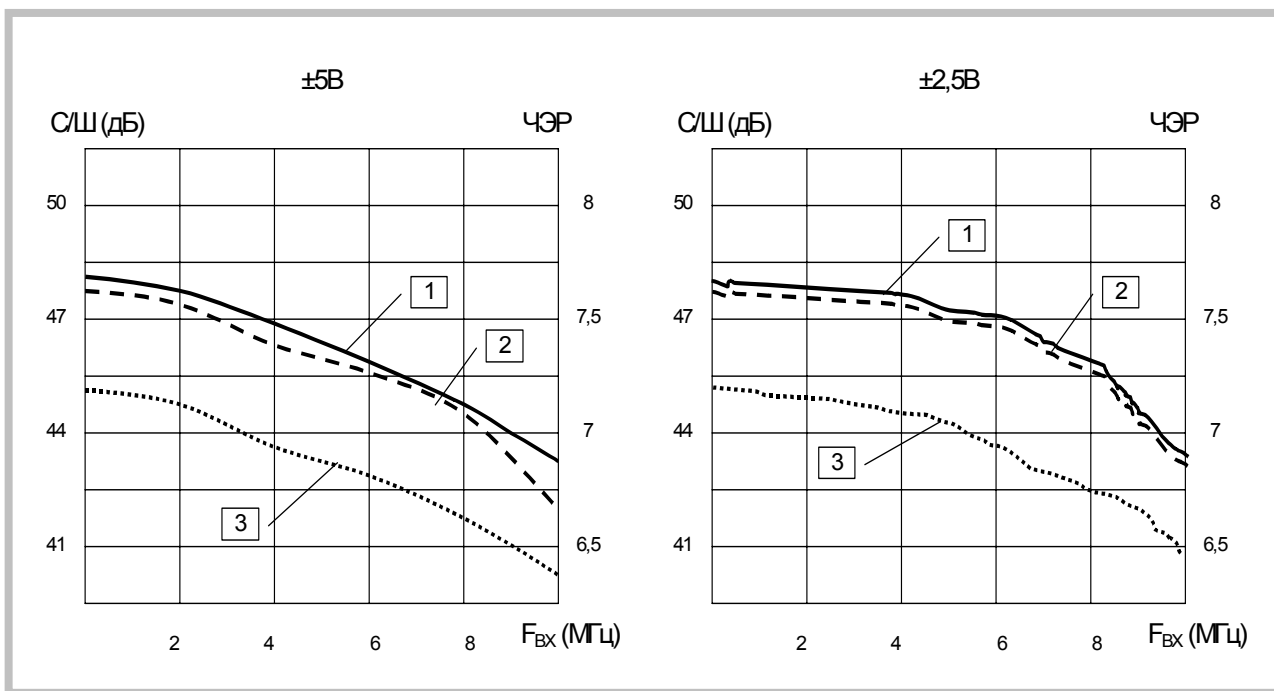
- Входная частота калибровочного сигнала - $F_{ВХ}$, (МГц),
- Частота запуска АЦП - $F_{АЦП}$ МГц,
- Отношение сигнал/шум - С/Ш (дБ),
- Коэффициент гармонических искажений - $K_{ГИ}$ (дБ),
- Число эффективных разрядов - ЧЭР,
- Реальный динамический диапазон – РДД (дБ).

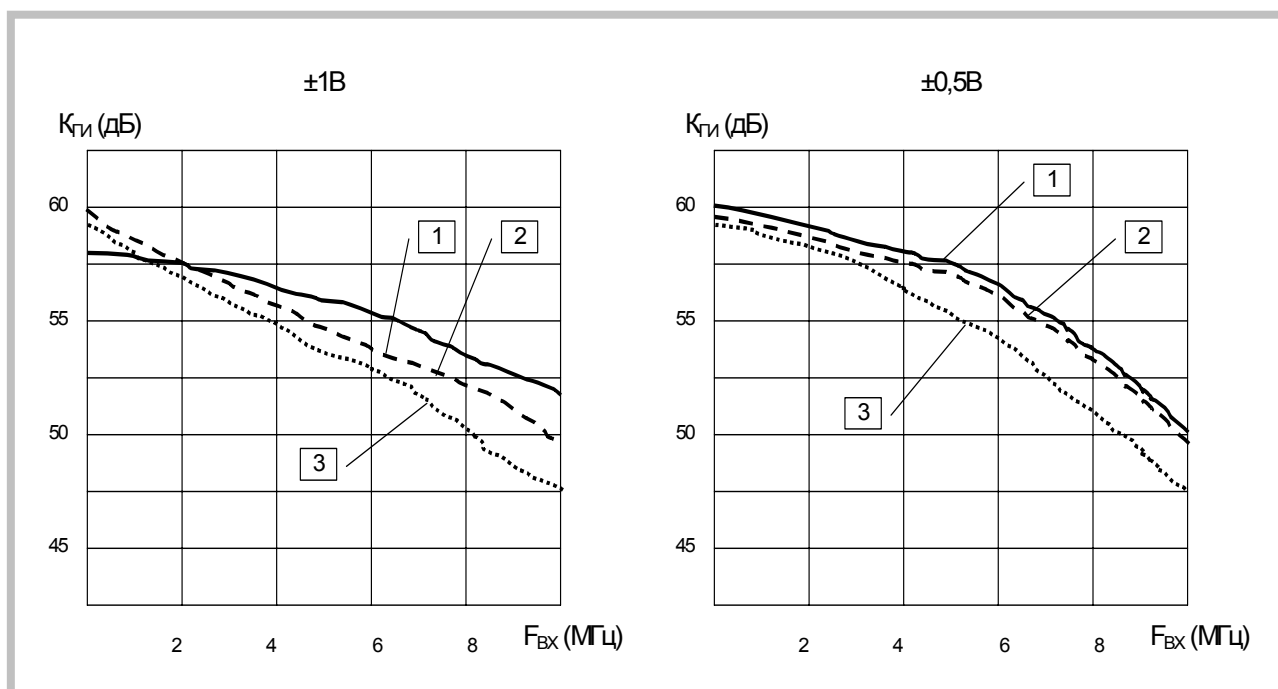
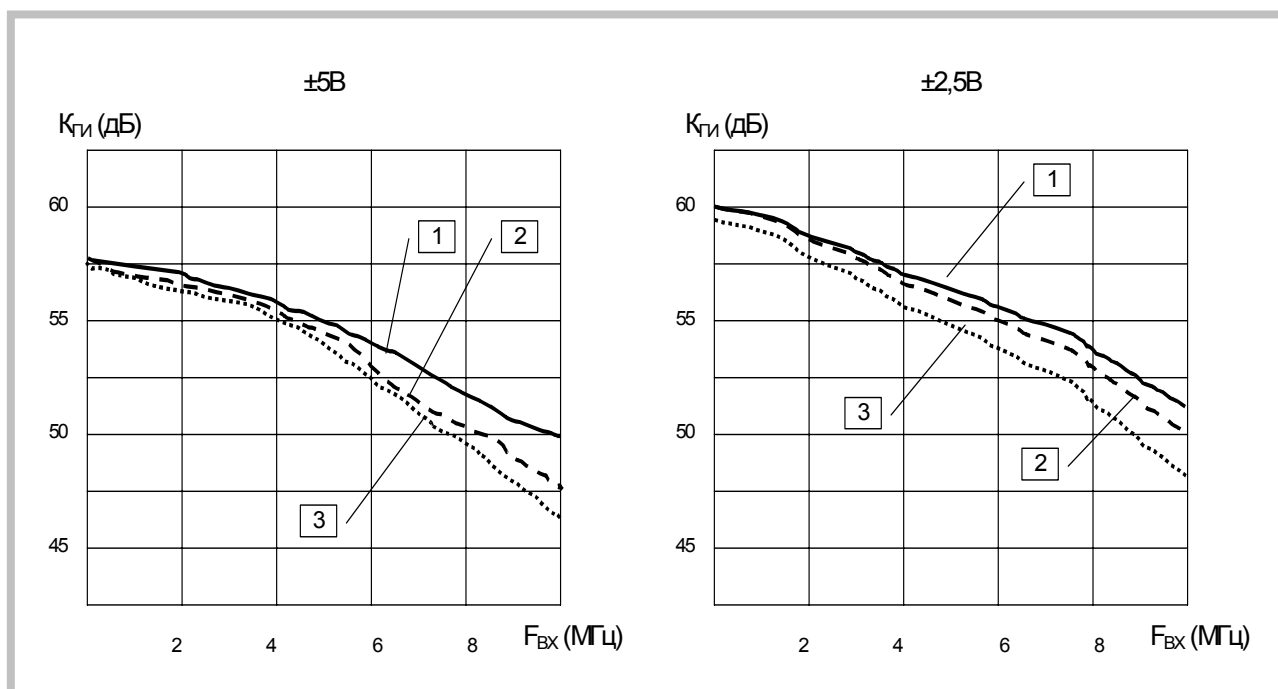
Графики зависимости основных динамических параметров от входной частоты и частоты запуска АЦП при различных коэффициентах усиления.

[1] – $F_{\text{АЦП}} = 12,5 \text{ МГц}$.

[2] – $F_{\text{АЦП}} = 50 \text{ МГц}$.

[3] – $F_{\text{АЦП}} = 100 \text{ МГц}$.





Проникание из канала в канал

Ниже приводятся результаты калибровок платы ЛА-н10М6 на проникание из канала в канал при работе АЦП (Таблица 13). На вход канала 0 подано высокочастотный гармонический сигнал $F_{ВХ}$ амплитудой $U_{ВХ}$, на вход канала 1 подано низкочастотный гармонический сигнал частотой 200кГц такой же амплитуды. Анализируется уровень низкочастотного сигнала на канале 1 от $F_{ВХ}$ канала 0.

Приняты следующие условные обозначения:

- Входная частота калибровочного сигнала - $F_{ВХ}$, (МГц),
- Частота запуска АЦП - $F_{АЦП}$ МГц.
- Амплитуда входного сигнала - $U_{ВХ}$ (В).

Таблица 13. Результаты калибровок платы ЛА-н10М6 на проникание из канала в канал при работе АЦП

$F_{АЦП}$ (МГц)	Уровень проникания (дБ), канал 1				$U_{ВХ}$
6,25	-70	-50	-45	-40	±4,95В
25	-	-52	-47	-40	
50	-62	-50	-47	-40	
6,25	-	-	-60	-53	±2,45В
25	-70	-65	-60	-52	
5	-70	-65	-60	-52	
6,25	-	-60	-52	-48	±0,95В
25	-	-60	-52	-48	
50	-	-60	-55	-48	
6,25	-62	-53	-49	-45	±0,45В
25	-62	-53	-48	-45	
50	-62	-53	-48	-43	
$F_{ВХ}$ (МГц) 0 канал	1,2	5,2	9,8	17	

Статистика результатов данных, собранных с ЛА-н10М6 при заземленном входе

- 1) Диапазон входного сигнала АЦП платы ЛА-н10М6 $\pm 0,5\text{В}$. Частота запуска АЦП - 6,25 МГц. Число собранных отсчетов 128000 (Рисунок 14).

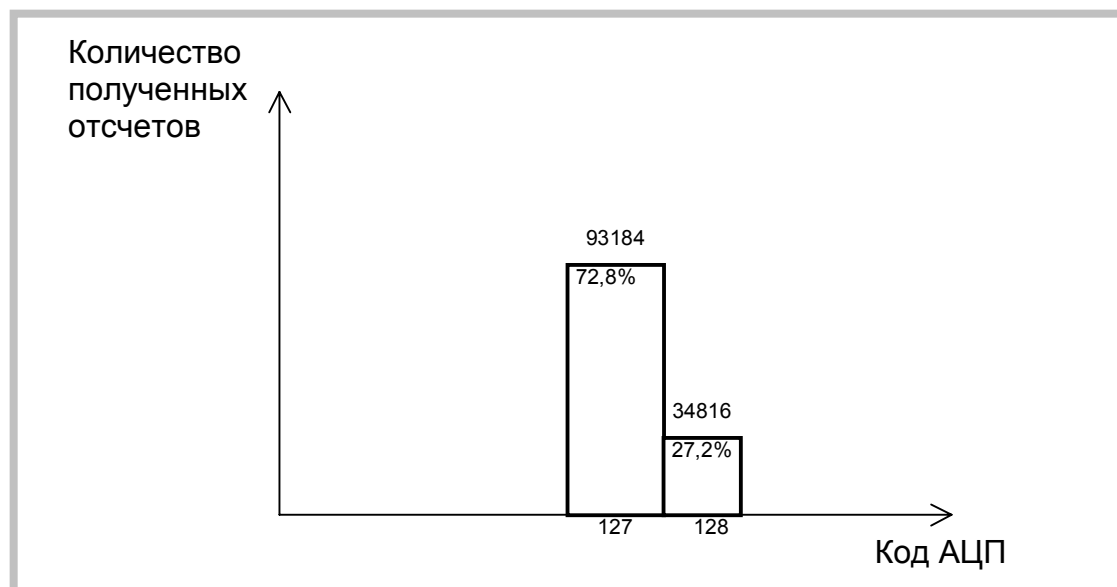


Рисунок 14. Статистика результатов данных 1

- 2) Диапазон входного сигнала АЦП платы ЛА-н10М6 $\pm 1\text{В}$. Частота запуска АЦП - 6,25 МГц. Число собранных отсчетов 128000 (Рисунок 15).

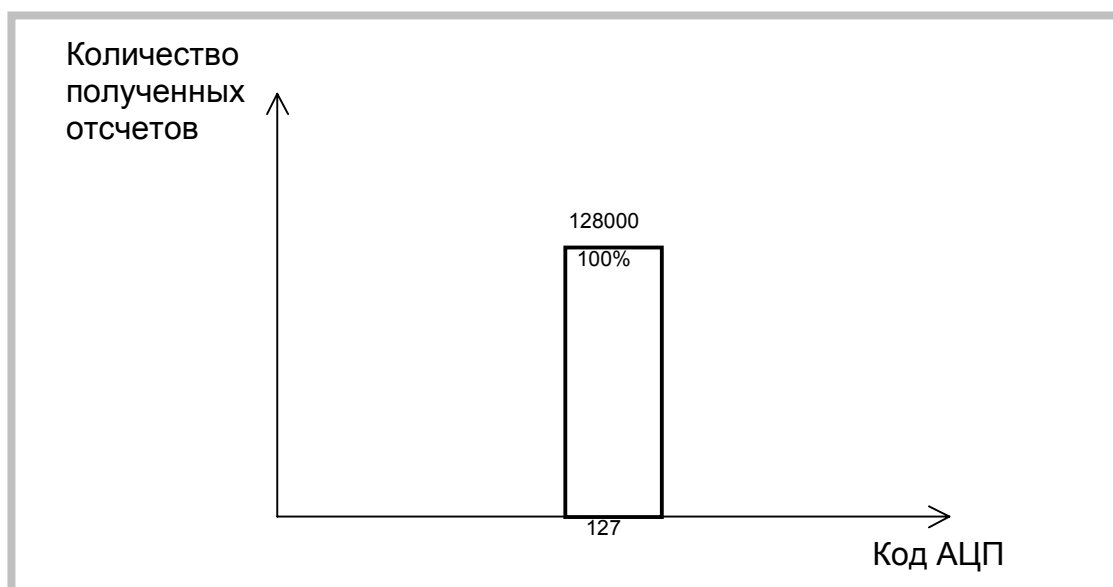


Рисунок 15. Статистика результатов данных 2

- 3) Диапазон входного сигнала АЦП платы ЛА-н10М6 $\pm 2,5\text{В}$. Частота запуска АЦП - 6,25 МГц. Число собранных отсчетов 128000 (Рисунок 16).

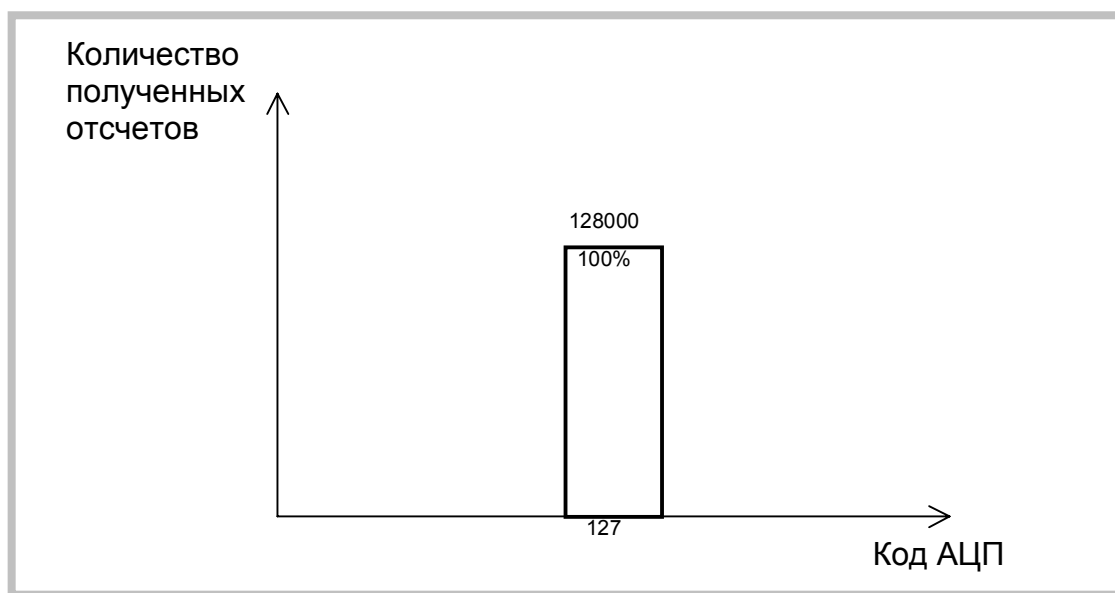


Рисунок 16. Статистика результатов данных 3

- 4) Диапазон входного сигнала АЦП платы ЛА-н10М6 $\pm 5\text{В}$. Частота запуска АЦП - 6,25 МГц. Число собранных отсчетов 128000 (Рисунок 17).

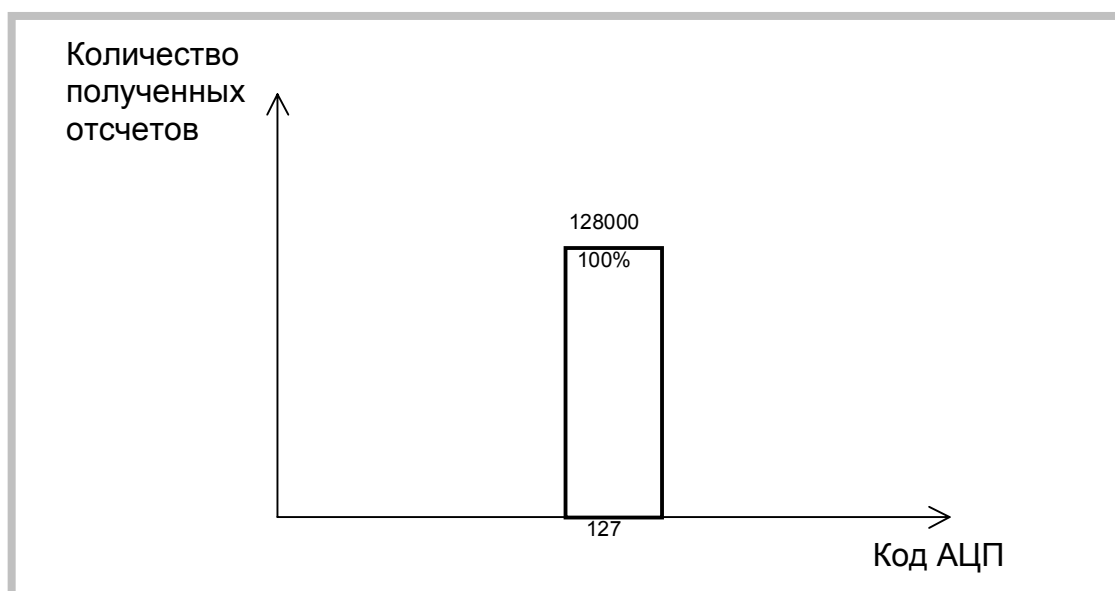


Рисунок 17. Статистика результатов данных 4

- 5) Диапазон входного сигнала АЦП платы ЛА-н10М6 $\pm 0,5В$. Частота запуска АЦП - 50МГц. Число собранных отсчетов 128000 (Рисунок 18).

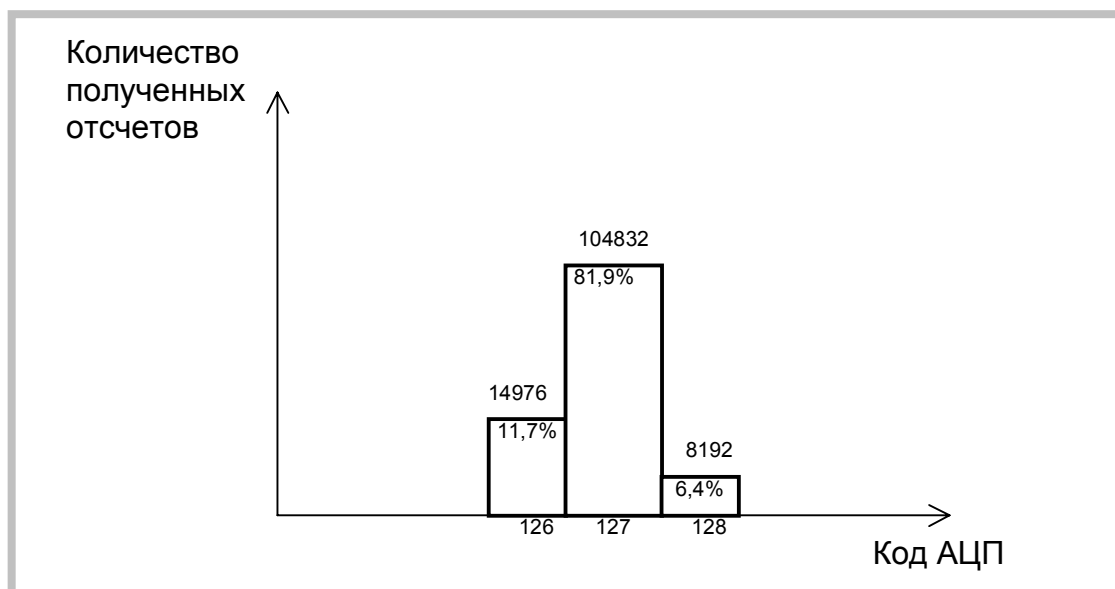


Рисунок 18. Статистика результатов данных 5

- 6) Диапазон входного сигнала АЦП платы ЛА-н10М6 $\pm 1В$. Частота запуска АЦП - 50МГц. Число собранных отсчетов 128000 (Рисунок 19).

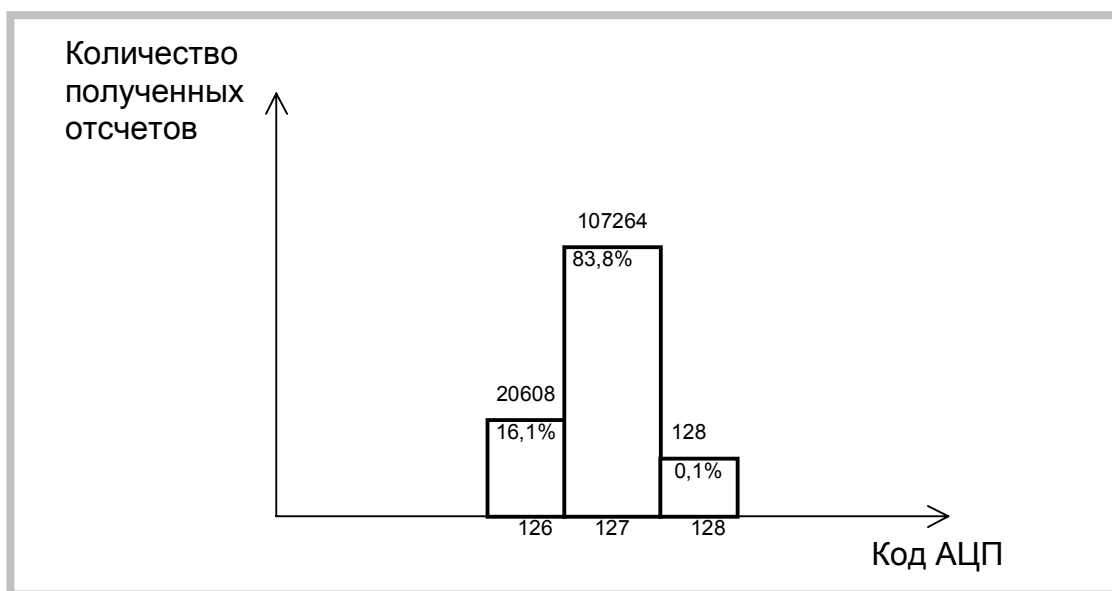


Рисунок 19. Статистика результатов данных 6

- 7) Диапазон входного сигнала АЦП платы ЛА-н10М6 $\pm 2,5\text{В}$. Частота запуска АЦП - 50МГц. Число собранных отсчетов 128000 (Рисунок 20).

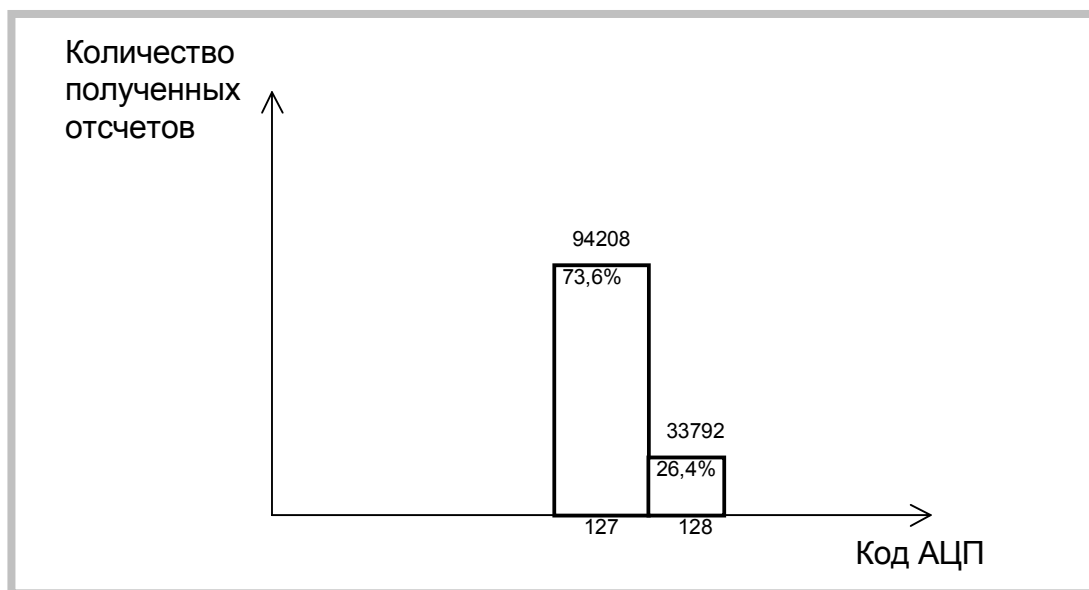


Рисунок 20. Статистика результатов данных 7

- 8) Диапазон входного сигнала АЦП платы ЛА-н10М6 $\pm 5\text{В}$. Частота запуска АЦП - 50МГц. Число собранных отсчетов 128000 (Рисунок 21).

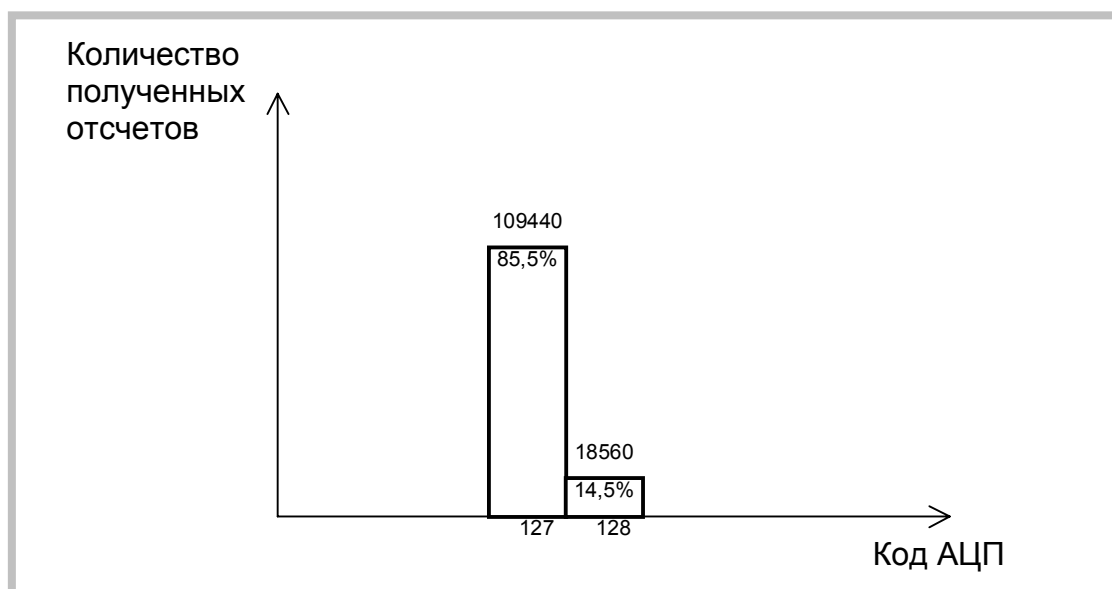


Рисунок 21. Статистика результатов данных 8

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

СИСТЕМА ПРЕРЫВАНИЙ IBM PC/AT

Средства генерации и обработки прерываний являются важной составной частью любой вычислительной системы, в том числе и персональной ЭВМ типа IBM PC. Механизм прерываний обеспечивает эффективное взаимодействие устройств ввода/вывода с микропроцессором.

Существуют аппаратные и программные прерывания. Аппаратные прерывания генерируются аппаратурой, либо с системной платы, либо с платы расширения, вставляемой в один из слотов ЭВМ. Аппаратные прерывания не координируются с работой программного обеспечения. Идеология обработки прерываний схемотехнически заложена в устройство процессоров фирмы Intel.

Когда процессор приступает к выполнению процедуры обработки прерывания, он прежде всего выполняет два цикла шины, которые называются «циклами подтверждения прерываний». Во время второго цикла процессор по шине данных считывает номер прерывания. По этому номеру в таблице векторов прерываний процессор определяет адрес начала процедуры обработки поступившего прерывания.

Программируемый контроллер прерываний (Programmable Interrupt Controller - PIC) реализует векторную систему прерываний IBM-совместимого компьютера.

Основные функции контроллера:

- фиксация запросов на прерывания от 16 внешних источников;
- программное маскирование поступающих запросов;
- присвоение фиксированных или циклически изменяемых приоритетов входам контроллера, на которые поступают запросы;
- инициализация вызова процедуры обработки поступившего аппаратного прерывания.

Разные запросы IRQ используются разными стандартными устройствами (таймер, клавиатура, контроллер НГМД, и так далее), поэтому фирмой IBM установлен стандарт использования запросов наиболее распространенными устройствами. В таблице (Таблица 14) в порядке убывания приоритетов приведено распределение запросов IRQ между устройствами ПЭВМ.

Следует соблюдать осторожность при выборе уровня запросов для ЛА-н10М6, чтобы выбранное прерывание IRQ и написанное пользователем программное обеспечение не приводило к взаимодействию с системными устройствами или к блокированию их работы. Лучше выбирать малоиспользуемый (или резервный) канал (9, 10, 11, 12, 15 для PC/AT).

Таблица 14. Распределение запросов IRQ между устройствами ПЭВМ типа IBM PC/AT

Приоритет запроса	IBM PC/AT
0	Таймер
1	Клавиатура
2	Каскадирование
8	Часы реального времени
9	Программа переводится в IRQ2

Приоритет запроса	IBM PC/AT
10	Резерв
11	Резерв
12	Резерв
13	Математический сопроцессор
14	Контроллер жесткого диска
15	Резерв
3	COM2
4	COM1
5	LPT2
6	Контроллер дисководов
7	LPT1

Для вывода информации в PIC используются 2 порта ввода-вывода из адресного пространства IBM PC/AT. Порт с четным адресом (обычно это порт 20h) и порт с нечетным адресом (обычно 21h).

Для PC/AT, который оснащен двумя контроллерами PIC, порты первого контроллера имеют те же адреса (20h и 21h), порты второго контроллера расположены по адресам A0h и A1h.

Режимы работы программируемого контроллера прерываний следующие:

1) **Режим фиксированных приоритетов (Fixed Priority, Fully Nested Mode)**

В этом режиме контроллер находится сразу после инициализации. Запросы прерываний имеют жесткие приоритеты от 0 до 15 (0 - высший) и обрабатываются в соответствии с приоритетами. Прерывание с меньшим приоритетом никогда не будет обработано, если в процессе обработки прерываний с более высокими приоритетами постоянно возникают запросы на эти прерывания.

2) **Автоматический сдвиг приоритетов (Automatic Rotation)**

В этом режиме дается возможность обработать прерывания всех уровней без их дискриминации. Например, после обработки прерывания уровня 4 ему автоматически присваивается низший приоритет, при этом приоритеты для всех остальных уровней циклически сдвигаются и прерывания уровня 5 будут иметь в данной ситуации высший приоритет и, следовательно, возможность быть обработанными.

3) **Программно-управляемый сдвиг приоритетов (Specific Rotation)**

Программист может сам передать команду циклического сдвига приоритетов PIC, задав соответствующее управляющее слово. В команде задается номер уровня, которому требуется присвоить максимальный приоритет. После выполнения такой команды устройство работает так же, как и в режиме фиксированных приоритетов, с учетом их сдвига. Приоритеты сдвигаются циклически. Таким образом, если максимальный приоритет был назначен уровню 3, то уровень 2 получит минимальный приоритет, и будет обрабатываться последним.

4) Автоматическое завершение обработки прерывания (Automatic End Of Interrupt, AEIOI)

В обычном режиме работы процедура обработки аппаратного прерывания должна перед своим завершением очистить свой бит в ISR специальной командой, иначе новые прерывания не будут обрабатываться PIC. В режиме AEIOI нужный бит в ISR автоматически сбрасывается в тот момент, когда начинается обработка прерывания нужной процедурой обработки и от нее не требуется издавать команду завершения обработки прерывания (EOI). Сложность работы в данном режиме обуславливается тем, что все процедуры обработки аппаратных прерываний должны иметь возможность повторного входа в эти процедуры, так как за время их работы могут повторно возникнуть прерывания того же уровня.

5) Режим специальной маски (Special Mask Mode)

Данный режим позволяет отменить приоритетное упорядочение обработки запросов и обрабатывать их по мере поступления. После отмены режима специальной маски предшествующий порядок приоритетов уровней сохраняется.

6) Режим опроса (Polling Mode)

В этом режиме аппаратные прерывания не происходят автоматически. Появление запросов на прерывание должно определяться считыванием IRR. Данный режим позволяет так же получить от PIC информацию о наличии запросов на прерывания и, если запросы имеются, номер уровня с максимальным приоритетом, по которому есть запрос.