ГОСТ 27080—93
(МЭК 516—75)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

КАМАК

МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Издание официальное

БЗ 12—92/1363

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН АО «Фирма СКАН» (Системы комплексной автоматизации научной аппаратуры)

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации, 21 октября 1993 г. протокол № 4—93

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Республика Азербайджан	Азгосстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Беларусь	Белстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Республика Кыргызстан	Кыргызстандарт
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Таджикистан	Таджикгосстандарт
Республика Туркменистан	Главгосинспекция Туркменистана
Республика Узбекистан	Узгосстандарт
Украина	Госстандарт Украины

3 Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 22.12.94 № 330 межгосударственный стандарт ГОСТ 27080—93 «КАМАК. Модульная система технических средств для обработки данных» введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 января 1996 г.

4 Настоящий стандарт подготовлен методом прямого применения международного стандарта МЭК 516—75 и полностью ему соответствует

5 ВЗАМЕН ГОСТ 27080—86

© Издательство стандартов, 1995

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

ПЕРЕСМОТР НАСТОЯЩЕЙ ПУБЛИКАЦИИ

Техническое содержание публикаций МЭК постоянно пересматривается; отражая современное состояние техники.

Информацию о пересмотре и издании пересмотренных стандартов можно получить в Национальных Комитетах МЭК и из следующих источников:

— Бюллетеня МЭК;

— Отчета о деятельности МЭК (публикуется ежегодно);

— Каталога публикаций МЭК (публикуется ежегодно).

ТЕРМИНОЛОГИЯ

Термины, применяемые в настоящем стандарте, соответствуют Публикации МК 50—79 «Международный электротехнический словарь (МЭС)», который выпускается в виде отдельных глав, относящихся к определенной области электротехники. «Общий указатель» издан отдельной брошюрой. По требованию может быть представлен полный МЭС.

Термины и определения, содержащиеся в настоящей публикации, взяты либо из МЭС, либо одобрены специально для целей настоящего стандарта.

ГРАФИЧЕСКИЕ И БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Графические обозначения, буквенные символы и обозначения, одобренные МЭК для общего употребления, должны удовлетворять требованиям:

— Публикации МЭК 27—71 «Буквенные обозначения, применяемые в электротехнике»;

— Публикации МЭК 117—83 «Рекомендуемые графические обозначения».

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . V
Введение . . . V
1 Назначение . . . 1
2 Область применения . . . 1
3 Терминология . . . 2
3.1 Пояснения к стандарту . . . 2
3.2 Определение терминов «модуль» и «крейт-контроллер» . . . 2
4 Механические характеристики . . . 2
4.1 Крейт . . . 2
4.2 Вставные блоки . . . 4
4.3 Адаптер для блоков системы NIM . . . 6
4.4 Магистраль крейта . . . 6
5 Использование линий магистрали крейта . . . 10
5.1 Команды . . . 10
5.2 Сигналы синхронизации (S1 и S2) . . . 12
5.3 Данные . . . 12
5.4 Информация о состоянии . . . 13
5.5 Сигналы общего управления (Z, C, I) . . . 15
5.6 Нестандартные соединения (P3—P7) . . . 16
5.7 Линии питания . . . 16
6 Команды на магистрали крейта . . . 16
6.1 Команды чтения: коды функций F(0) — F(7) . . . 17
6.2 Команды управления: коды функций F(8) — F(15) . . . 17
6.3 Команды записи: коды функций F(16) — F(23) . . . 17
6.4 Команды управления: коды функций F(24) — F(31) . . . 18
6.5 Внешнее представление команды . . . 19
7 Стандарты на сигналы . . . 19
7.1 Цифровые сигналы на магистрали крейта . . . 19
7.2 Другие цифровые сигналы . . . 22
7.3 Аналоговые сигналы . . . 23
8 Стандарты на линии питания . . . 23
9 Условия эксплуатации . . . 24
10 Использование дополнительного питания 6В (Сквозные линии Y1, Y2) . . . 24
Таблицы
1 Стандартное использование магистрали крейта . . . 6
2 Назначение контактов нормальной станции . . . 8
3 Назначение контактов управляющей станции . . . 9
4 Коды функций . . . 11
5 Уровни напряжений сигналов на магистрали крейта . . . 19
6 Стандарты на ток сигналов через контакты соединителей магистрали крейта и ток от источников тока смещения . . . 20
7 Стандарты на ток через дополнительные контакты . . . 22
8 Несогласованные сигналы . . . 23
9 Согласованные сигналы . . . 23
10 Стандарты на линии питания . . . 24
Рисунки . . . 26
1 Невентилируемый крейт. Вид спереди . . . 26
2 Вид сверху на нижние направляющие в крейте . . . 27
3 Крейт. Вид сбоку (сечение *d—d*) . . . 28
4 Вставной блок. Вид сбоку и сзади . . . 29
5 Соединитель магистрали вилка — розетка . . . 30
6 Вентилируемый крейт. Вид спереди . . . 31
7 Адаптер для блоков NIM . . . 31
8 Типовая печатная плата . . . 31
9 Последовательность событий при операции команды на магистрали крейта . . . 32
10 Последовательность событий при неадресованной операции на магистрали крейта . . . 32
11 Некоторые варианты структуры LAM . . . 33
12 Типовое распределение тока с дополнительным источником питания 6 В . . . 34

Предисловие

1 Официальные решения или соглашения МЭК по техническим вопросам, подготовленные Техническими комитетами, в которых представлены все заинтересованные Национальные комитеты, выражают с возможной точностью международную точку зрения по рассматриваемым вопросам.

2 Эти решения представляют собой рекомендации для международного использования и в этом виде принимаются Национальными комитетами

3 В целях развития международной унификации МЭК выражает пожелание, чтобы все Национальные комитеты приняли текст рекомендаций МЭК для составления своих внутренних национальных стандартов, насколько позволяют условия каждой страны. Любые расхождения между рекомендациями МЭК и соответствующими национальными стандартами, по возможности, должны быть четко изложены в последних.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая Публикация подготовлена Техническим комитетом N 45 «Ядерное приборостроение» МЭК. Первый проект составлен в соответствии с документом EUR 4100e, опубликованным комитетом ESONE, в котором описана система КАМАК — модульная система, широко применяемая в ядерных лабораториях всего мира для обработки данных при измерениях и контроле.

Проект обсуждался на совещании, проходившем в Гааге в 1973 г., в результате чего проект—документ 45 (Центральное отделение) 83 был направлен Национальным комитетам на утверждение в соответствии с «Правилом шести месяцев» в феврале 1974 г.

За издание Публикации голосовали следующие комитеты-члены:

Бельгия	Турция
Голландия	ФРГ
Дания	Финляндия
Израиль	Франция
Италия	Чехословакия
Польша	Швейцария
Румыния	Югославия
Соединенное Королевство*	ЮАР
США	Япония
СССР	

В настоящей Публикации имеются ссылки на:

Публикацию 297—86 Размеры панелей и стоек (для ядерной электронной аппаратуры)

Публикацию 482—75 Размеры модулей электронной аппаратуры (для ядерной электронной аппаратуры)

* Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии.

КАМАК

Модульная система технических средств для обработки данных

CAMAC system.
Modular instrumentation system for data handling.

Дата введения 1996—01—01

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Настоящий стандарт предназначен для определения системы модульных технических средств, способных связывать преобразователи информации или другие устройства с цифровыми контроллерами или электронно-вычислительными машинами (ЭВМ). Она состоит из стандартов на механику и стандартов на сигналы, которые являются достаточными для обеспечения совместимости блоков, разработанных и изготовленных различными предприятиями.

Основные особенности КАМАК:

а) система является модульной, состоящей из функциональных блоков, которые могут объединяться для создания комплектов оборудования;

б) функциональные блоки выполнены вставными и устанавливаются в стандартный крейт;

в) механическое устройство рассчитано на высокую плотность монтажа с применением интегральных схем или подобных устройств;

г) каждый вставной блок имеет непосредственное соединение со стандартной магистралью крейта. Эта магистраль образует часть крейта и служит для передачи цифровых данных, сигналов управления и подвода питания. Стандарт на магистраль не зависит от типа вставного блока или используемой ЭВМ;

д) система спроектирована таким образом, что сборка, состоящая из крейта и вставных блоков, может быть соединена с системной цифровой ЭВМ. Однако использование ЭВМ совершенно необязательно, и ни одна часть этого стандарта не зависит от ее присутствия в системе;

е) внешние соединения вставных блоков могут соответствовать стандартам на аналоговые и цифровые сигналы подключаемых преобразователей информации, ЭВМ и т. п. или рекомендуемым стандартам на цифровые сигналы, приводимым в настоящем стандарте;

ж) несколько крейтов КАМАК (до 7) могут объединяться в систему через магистраль ветви.

Аппаратура или системы, отвечающие требованиям системы КАМАК для обеспечения совместимости, должны удовлетворять обязательным требованиям стандарта (см. 3.1).

2 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Стандарт распространяется на ядерное приборостроение, но может быть использован и в других областях. Последующие стандарты МЭК могут расширить область применения настоящего стандарта. Для оснащения реакторов приборами и системами управления может быть также использовано и другое построение электронной ядерной аппаратуры.

2.1 Стандарт распространяется на системы, состоящие из модульных электронных блоков, в которых требуется осуществление передач ввода-вывода с целью цифровой обработки данных обычно с применением общего контроллера, ЭВМ или другого автоматического устройства.

Издание официальное

2.2 Стандарт распространяется на последовательную передачу слов, содержащих до 24 параллельных бит включительно, между одним из многих источников и одним из многих приемников данных.

2.3. Стандарт не затрагивает особенностей, характеристик и требований к соединению системы с общим контроллером, ЭВМ или другими автоматическими устройствами обработки данных, за исключением случаев, когда они оказывают влияние на условия работы интерфейсных характеристик блоков.

3 ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 **Пояснения к стандарту**

Положения, в которых определяются обязательные требования системы, выделены жирным шрифтом и обычно сопровождаются словом «должен».

Слово «рекомендуется» указывает на предпочтительный характер положений стандарта, которых нужно придерживаться, если нет серьезных доводов против.

Слово «может» указывает на допустимую практику, оставляющую свободу выбора разработчику.

3.2 **Определение терминов «модуль» и «крейт-контроллер»**

В настоящем стандарте термины «модуль» и «крейт-контроллер» относятся к вставным блокам, которые используют каждую линию магистрали крейта в соответствии с нижеследующей таблицей (если не предусматривается другое использование). Крейт-контроллер занимает управляющую станцию (см. 4.4) и по крайней мере одну нормальную станцию. Модуль занимает одну или более нормальных станций. Вставной блок может сочетать в себе некоторые свойства модуля и крейт-контроллера.

Обозначение линии	Использование модулем	Использование крейт-контроллером
A	Принимает сигнал	Генерирует сигнал
B	Принимает сигнал	Генерирует сигнал
C	Принимает сигнал	Генерирует сигнал
F	Принимает сигнал	Генерирует сигнал
L	Генерирует сигнал	Принимает сигнал
N	Принимает сигнал	Генерирует сигнал
Q	Генерирует сигнал	Принимает сигнал
R	Генерирует сигнал	Принимает сигнал
S	Принимает сигнал	Генерирует сигнал
W	Принимает сигнал	Генерирует сигнал
X	Генерирует сигнал	Принимает сигнал
Z	Принимает сигнал	Генерирует сигнал

4 МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Система КАМАК является модульной. Комплектование аппаратных комплексов осуществляется путем установки соответствующих вставных блоков в стандартный каркас или крейт. Каждый вставной блок занимает в крейте одну или более станций. Каждая станция имеет 86-контактную розетку соединителя, обеспечивающую доступ к магистрали крейта. Магистраль крейта состоит в основном из сквозных линий данных, сигналов управления и питания.

Чертежи для изготовления совместимых крейтов и вставных блоков могут быть разработаны исходя из установленных размеров, приведенных на рис. 1—3 — для крейтов, на рис. 4 — для вставных блоков и на рис. 5 — для розетки и вилки соединителя с магистралью крейта.

Рекомендуемые размеры для вентилируемых крейтов, адаптеров для блоков в стандарте NIM и печатных плат для вставных блоков приведены соответственно на рис. 6—8, которые не являются обязательными.

Все размеры даны в *миллиметрах, кроме особо оговоренных случаев.*

4.1 **Крейт**

Крейт устанавливается в стандартную стойку с шириной окна 19 дюймов и имеет до 25 станций для вставных блоков с шагом 17,2 мм. Каждая станция имеет верхнюю и нижнюю направляющие для полозьев вставного блока, розетку 86-контактного соединителя магистрали и резьбовое отверстие для крепежного винта вставного блока.

Обычный вставной блок КАМАК, описанный в 4.2, является модулем типа С согласно Публикации МЭК 482—75 «Размеры модулей электронной аппаратуры (для ядерной электронной аппаратуры)». Кроме этого модуль типа N в этой же Публикации МЭК (модуль NIM) может устанавливаться в крейт с шагом 34,4 мм (см. 4.3).

Все крейты должны соответствовать рис. 1—3 и 5 в части розетки соединителя, если нет других требований.

Пояснения к этим рисункам даны в 4.1.1 и 4.1.2.

4.1.1 Размеры

Рис. 1 показывает вид спереди базового варианта крейта на 25 станций, который имеет минимальную высоту, соответствующую размеру 5U Публикации МЭК 297—86 «Размеры панелей и стоек (для ядерной электронной аппаратуры)».

Крейты могут иметь менее 25 станций, которые, как указано в примечании 3 на рис. 1, располагаются не обязательно симметрично.

Нижняя поперечная стяжка крейта имеет отверстия с резьбой ISO M4 и шагом резьбы 0,7 под крепежные винты вставных блоков КАМАК и в промежутках между ними отверстия с резьбой UNC 6—32 под нижние крепежные винты блоков NIM. На верхней поперечной стяжке крейта также могут делаться отверстия для крепежных винтов блоков NIM. Положение этих отверстий для блоков и NIM относительно левого края переднего окна определено на рис. 1 формулами для размеров Z и W соответственно.

Положение центров направляющих определено на рис. 1 по отношению к тому же краю окна по формуле для размера X. Выноска A показывает вход в направляющую. Размеры входа не устанавливаются.

Выноска B показывает расположение и размеры установочных отверстий крейта в соответствии с Публикацией МЭК 297—86.

Рис. 2 является видом сверху на нижние направляющие крейта. Для отвода тепла, выделяемого вставными блоками, через верх и низ крейта необходимо обеспечить достаточную вентиляцию. Свободная площадь между соседними направляющими как в верхней, так и в нижней части крейта не должна быть менее 15 см² и распределяться предпочтительно по всей глубине крейта от передних поперечных стяжек до магистрали. Если крейты, какие показаны на рис. 1, высотой 5U, устанавливаются над или под другим оборудованием, в т. ч. такими же крейтами, то для обеспечения достаточной вентиляции могут понадобиться промежуточные отражатели тепла или другие вентиляционные устройства. В альтернативном варианте крейт может быть увеличен для получения дополнительных вентиляционных свойств, как описано в 4.1.3.

Рис. 3 является видом на крейт сбоку в разрезе по ступенчатой линии d—d на рис. 1, проходящей через центр верхней направляющей и вентиляционное пространство между нижними направляющими. Передние поверхности верхней и нижней поперечных стяжек образуют вертикальную базу крейта. Эта база отстоит от лицевой поверхности крейта на расстояние e=3—4 мм, чтобы лицевые панели вставных блоков не выступали за лицевую поверхность крейта. Задняя поверхность фланцев для крепления крейта, как правило, но не обязательно, совпадает с вертикальной базой.

Передние края верхней и нижней направляющих могут отстоять от вертикальной базы крейта. Направляющие простираются достаточно далеко вглубь крейта, чтобы обеспечить сочленение вилки соединителя на вставном блоке с розеткой соединителя в крейте.

Минимальная общая глубина крейта обеспечивает защиту магистрали от механических повреждений. Боковые стенки короче фронтальной высоты крейта (см. размер a на рис. 1, 3 и 6), чтобы обеспечить использование типовых направляющих для поддержания крейта в стойке. Это уменьшение высоты делается по крайней мере в пределах 25 мм от задней поверхности фланца для крепления крейта в стойке.

Поверхность скольжения нижней направляющей образует горизонтальную базу крейта. Магистраль не должна находиться выше 135 мм над горизонтальной базой крейта, чтобы не препятствовать свободному доступу к верхней части задней панели вставных блоков.

Положение розеток соединителей определяется относительно трех базовых линий в крейте. Линии центров розеток определены на рис. 1 относительно левого края переднего окна размером y. Вертикальная база розеток показана на рис. 2 и 3 относительно вертикальной базы крейта, горизонтальная база — на рис. 3 относительно горизонтальной базы крейта.

4.1.2 Розетки соединителей магистрали крейта

Розетки соединителей магистрали крейта имеют два ряда по 43 контакта с шагом 2,54 мм (0,1 дюйма). Обязательные и рекомендуемые размеры розеток приведены на рис. 5 наряду с дополнительными общепринятыми, в соответствии с которыми спроектировано большинство существующих крейтов и магистралей.

За вертикальную базу розетки соединителя принято номинальное положение переднего края вилки вставного блока, полностью вставленного в крейт. Положение вертикальной ба-

вы определено на рис. 5.5 по отношению к функциональным элементам розетки. В некоторых широко используемых розетках соединителей плоскость монтажной поверхности совпадает с вертикальной базой розетки соединителя, однако такое совпадение необязательно.

Максимальное расстояние, на которое розетка соединителя выступает вперед от вертикальной базы, указано на рис. 5.5. Форма прямых или скругленных фасок, направляющих вилку в розетку, показана на рис. 5.6—5.8. В пределах минимальной ширины, указанной для каждой фаски, угол между касательной к фаске и линией входа вилки соединителя не должен превышать 60°.

Если ширина переднего окна крейта доходит до внутренней поверхности правой боковой стенки (как на рис. 1 и 2), то прилегающая к ней розетка соединителя не может иметь ширину, превышающую рекомендуемую 12 мм. В других местах могут использоваться розетки соединителя с шириной вплоть до максимальной 17,2 мм.

Размеры контактов розетки соединителя показаны на рис. 5.4. Положение каждого края контакта определено размерами (d, D) относительно горизонтальной базы розетки и совершенно не зависит от положения всех других краев в обоих рядах контактов.

В альтернативном варианте возможно использование розетки соединителя с точечными контактами, в таком случае расстояние между каждым точечным контактом и горизонтальной базой розетки равно $(2{,}56+2{,}54K)\pm0{,}13$.

4.1.3 Необязательные характеристики крейта

Высота крейта может увеличиваться кратно величине U (U=44,45 мм), как показано на рис. 6, чтобы обеспечить приток холодного воздуха, который проходит затем между направляющими, и для отвода теплого воздуха от оборудования, расположенного снизу.

Крейт может иметь менее 25 станций. Ширина переднего окна равна $17{,}2\cdot S\,^{+0,3}_{-0,0}$ мм для S станций, а формулы, данные на рис. 1, используются для определения положения направляющих, розеток соединителей и т. д. на каждой станции.

Блоки питания могут устанавливаться в задней части крейта КАМАК. Общая глубина крейта с источником питания, установленным сзади, может ограничиваться глубиной стойки. На рис. 3 показана рекомендуемая максимальная глубина крейта 525 мм. Высота блока питания не должна превышать высоты магистрали. Он не должен препятствовать входу и выходу потока вентилируемого воздуха в крейте, какой показан на рис. 6. Ширина блока питания, устанавливаемого сзади, ограничена размером 447 мм.

4.2 Вставные блоки

Вставной блок состоит в основе из лицевой панели с крепежным винтом, верхнего и нижнего полозьев, которые скользят по направляющим крейта, и вилки 86-контактного соединителя с магистралью. Обычно вилка является неотъемлемой частью печатной платы, но может устанавливаться в задней части вставного блока и отдельно. Вставной блок может занимать в крейте более одной станции, и в этом случае иметь более одного комплекта полозьев и более одной вилки соединителя.

При отсутствии специальных требований все вставные блоки должны соответствовать рис. 4 и 5 в части вилки соединителя.

Ниже даны пояснения к этим рисункам

4.2.1 Размеры

Горизонтальной базой вставного блока является кромка нижнего полоза. Вертикальной базой — задняя поверхность лицевой панели. Верхняя и нижняя части задней поверхности должны соприкасаться с поперечными стяжками крейта, когда вставной блок полностью вставлен в крейт. Поэтому согласно рис. 4 требуется, чтобы верхние и нижние 11 мм задней поверхности лицевой панели были свободны от выступающих элементов, кроме крепежных винтов.

Рис. 4 показывает размеры вставного блока одинарной и двойной ширины и дает основные формулы для определения ширины лицевой панели блоков.

Рекомендуется, чтобы крепежный винт создавал также прижим, который помогал бы преодолевать усилия, возникающие при сочленении и разъединении вставного блока с розеткой соединителя. В блоке одинарной ширины крепежный винт расположен на осевой линии лицевой панели. Если в блоке большей ширины имеется только один крепежный винт, обеспечивающий прижим, то его рекомендуется располагать так, чтобы силы, препятствующие сочленению и разъединению вставного блока с соединителем или соединителями магистрали, преодолевались наиболее эффективно (следовательно, его надо устанавливать на той станции, где задействован единственный соединитель, или приблизительно симметрично относительно двух или более соединителей).

На задней панели вставного блока выше максимальной высоты магистрали крейта могут быть выступающие элементы, находящиеся от вертикальной базы более чем на 290 мм. Ниже этого уровня для обеспечения свободного доступа к розетке соединителя только вилка соединителя может выступать за расстояние более 290 мм.

Для отвода тепла, выделяющегося в блоке, через низ и верх каждого вставного блока рекомендуется обеспечивать соответствующую вентиляцию.

4.2.2 Вилка соединителя магистрали крейта

Размеры вилки соединителя показаны на рис. 5.1—5.3.

Вилка всегда содержит все 86 контактов, которые доходят до самого края без фаски, чтобы избежать опасности повреждения контактного покрытия розетки абразивными частицами на подложке вилки соединителя.

Фаски делают сверху и снизу в розетке соединителя, и поэтому не требуются в верхнем и нижнем углу вилки, хотя допускаются с максимальным размером 1×1 мм. На протяжении по крайней мере 13 мм от края вилки контакты делают прямыми и с покрытием.

Размеры контактов вилки соединителя показаны на рис. 5.3. Положение каждого края определено размерами *h*, *H* относительно горизонтальной базы и совершенно не зависит от положения всех других краев с обеих сторон вилки. Самый нижний контакт с каждой стороны вилки может быть расширен до горизонтальной базы, чтобы уменьшить сопротивление линии 0 В.

4.2.3 Установка вставного блока в крейт

В первоначальной стадии установки вставной блок поддерживается в крейте нижней направляющей. Верхний полоз, хотя и находится в направляющей, имеет небольшой вертикальный зазор. Когда вставной блок полностью установлен, вилка соединителя находится в розетке соединителя, а лицевая панель закрепляется фиксирующим винтом. При этом верхний и нижний полозья находятся внутри направляющих и приблизительно им параллельны, но оба имеют некоторый вертикальный зазор. Ниже подробно описаны переходные состояния блока между этими двумя положениями.

Размеры направляющих и полозьев (рис. 1 и 4) обеспечивают свободное продвижение вставного блока и такое его направление, что передний край вилки соединителя входит в фаски розетки соединителя. Нижний угол переднего края вилки вступает в контакт с нижней фаской розетки соединителя. Дальнейшая установка вставного блока приводит к подъему вилки, пока ее нижний край не расположится в плоскости горизонтальной базы розетки соединителя. Вилка соединителя даже при максимально допустимой фаске 1×1 мм займет правильное положение до того, как произойдет электрический контакт между вилкой и розеткой соединителя. Предельное положение устанавливаемого блока без электрического контакта, даже в случае максимальной толщины вилки, определено на рис. 5.5 по отношению к вертикальной базе розетки соединителя.

Прежде чем это положение будет достигнуто, в соответствующее отверстие с внутренней резьбой на нижней поперечной стяжке крейта можно вставить крепежный винт. Это можно облегчить, имея винт с конической головкой, благодаря чему лицевая панель приподнимется в выравненном положении. Крепежный винт создает усилие, которое может использоваться для дальнейшего продвижения вставного блока в крейт.

Дальнейшая установка вставного блока приводит к соприкосновению контактов розетки и вилки и появлению усилия сочленения соединителя. Рекомендуемые максимальные усилия установки и извлечения для каждой вилки соединителя составляют 80 Н. Усилия, превышающие эту величину, могут вызвать затруднения при установке и извлечении вставного блока, а также привести к повреждению лицевой панели и т. п.

Рис. 5.5 определяет по отношению к вертикальной базе розетки соединителя ту линию, за которой обеспечивается надежный контакт между соответствующими контактами вилки и розетки даже в случае минимальной толщины вилки.

В заключение, когда вставной блок полностью вставлен в крейт, передняя сторона вилки соединителя номинально совпадает с вертикальной базой розетки, а нижняя базовая поверхность лицевой панели вставного блока находится в контакте с нижней поперечной стяжкой крейта. Однако силы, вызванные действием розетки и крепежного винта, не лежат на одной линии и стремятся приподнять вилку соединителя над горизонтальной базой розетки, в случае чего может появиться зазор между верхней базовой поверхностью лицевой панели и верхней поперечной стяжкой. Для гарантии наличия соответствующего зазора за вилкой в предельном положении на рис. 5.5 определено минимальное расстояние между вертикальной базой розетки и любым внутренним препятствием.

4.2.4 Печатная плата

На рис. 8 показаны рекомендуемые размеры печатной платы, рассчитанные (но совсем не обязательно) на применение типовых и коммерчески доступных шасси для вставных блоков, удовлетворяющих настоящему стандарту.

4.2.5 Другие соединители

Соединители или другие компоненты, такие как переключатели, могут быть установлены на лицевой панели или сзади вставного блока выше максимальной высоты размещения магистрали.

Коаксиальные соединители следует выбирать среди соединителей со следующими характеристиками:

— миниатюрные;
— с волновым сопротивлением 50 Ом;
— защелкивающиеся,

например, типа LEMO 00 С 50. Однако в тех случаях, когда вставной блок связан непосредственно с имеющим специфику внешним оборудованием, могут использоваться другие соединители.

4.3 Адаптер для блоков системы NIM

Вставные блоки, соответствующие модулю типа N в соответствии с Публикацией МЭК 482—75 «Размеры модулей электронной аппаратуры (для ядерной электронной аппаратуры)» (блок NIM), могут быть установлены в направляющие крейта КАМАК. Чтобы подвести питание к блокам NIM, которые короче вставных блоков КАМАК, между розеткой соединителя магистрали крейта и соединителем блока NIM необходим адаптер. Основные размеры такого адаптера даны на рис. 7.

4.4 Магистраль крейта

Связь между вставными блоками осуществляется через магистраль крейта. Эта пассивная многопроводная магистраль является частью крейта и соединяет розетки соединителей магистрали крейта на всех станциях. Магистраль состоит из сигнальных линий и линий питания, как показано в табл. 1.

Крайняя правая станция при виде на крейт спереди имеет особую функцию управляющей станции. Линии данных магистрали крейта доступны остальным нормальным станциям, но не доступны управляющей.

Назначение контактов соединителя магистрали крейта и его соединений со сквозными и индивидуальными линиями, а также дополнительными контактами должно соответствовать табл. 2 для нормальной станции и табл. 3 — для управляющей. Управляющая станция должна располагаться справа от всех нормальных станций.

Конструкция магистрали крейта должна согласовываться с требованиями стандарта на сигналы в сигнальных линиях (см. 7) и на максимальные токовые нагрузки, установленные для линий питания (см. 8).

Большинство сигнальных линий являются сквозными, которые связывают соответствующие контакты розеток соединителей магистрали крейта на всех нормальных станциях и в ряде случаев на управляющей станции. Имеются также индивидуальные линии, каждая из которых соединяет один контакт нормальной станции с одним контактом управляющей станции. На каждой станции имеются контакты, назначение которых не определено. Два из этих контактов соединены на всех нормальных станциях, образуя две свободные сквозные линии. Другие — используют как дополнительные контакты, но не имеют определенной разводки внутри магистрали крейта. Конструкция магистрали может соединять эти дополнительные контакты и другие, связанные с индивидуальными линиями или определенными сквозными линиями, с наиболее удобными дополнительными точками, к которым могут делаться дополнительные подключения.

Таблица 1 — **Стандартное использование магистрали крейта**

Наименование линий	Обозначение	Число контактов	Использование в модуле
КОМАНДА			
Номер станции	N	1	Выбирает модуль (индивидуальная линия от управляющей станции)
Субадрес	A1, 2, 4, 8	4	Выбирает часть модуля
Функция	F1, 2, 4, 8, 16	5	Определяет функцию, подлежащую исполнению в модуле
СИНХРОНИЗАЦИЯ			
Строб 1	S1	1	Управляет первой фазой операции (сигналы на магистрали крейта не должны изменяться)
Строб 2	S2	1	Управляет второй фазой (сигналы на магистрали крейта могут изменяться)
ДАННЫЕ			
Запись	W1—W24	24	Передает информацию в модуль
Чтение	R1—R24	24	Получает информацию из модуля

Окончание табл. 1

Наименование линий	Обозначение	Число контактов	Использование в модуле
СОСТОЯНИЕ			
Запрос	L	1	Указывает на требование обслуживания (индивидуальная линия к управляющей станции)
Занято	B	1	Указывает, что на магистрали крейта идет операция
Отклик	Q	1	Показывает состояние элемента, выбранного командой
Команда принята	X	1	Показывает, что модуль может выполнить действие, заданное командой
ОБЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ			Действуют на все элементы, соединенные с ними: команда не требуется
Пуск	Z	1	Устанавливает модуль в исходное состояние (сопровождается сигналами S2 и B)
Запрет	I	1	Запрещает действия в модуле на время воздействия сигнала
Сброс	C	1	Сбрасывает регистры (сопровождается S2 и B)
НЕСТАНДАРТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ			
Свободные сквозные линии	*P1, P2*	2	Для нерегламентируемого использования
Дополнительные контакты	P3—P5	3	Для нерегламентируемых соединений. В магистрали крейта линии отсутствуют
ЛИНИИ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО ПИТАНИЯ			Крейт содержит линии обязательного и дополнительного питания
+24 В пост. тока	+24	1	
+6 В пост. тока	+6	1	
—6 В пост. тока	—6	1	
—24 В пост. тока	—24	1	
0 В	0	2	Обратный провод питания
ЛИНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПИТАНИЯ			
+12 В пост. тока	+12	1	
—12 В пост. тока	—12	1	
Чистая земля	E	1	Для цепей, требующих чистой земли
Дополнительное —6 В	Y1	1	См. разд. 10
Дополнительное +6 В	Y2	1	См. разд. 10
Резервные	Не определено	3	
Всего		86	

Таблица 2 — **Назначение контактов нормальной станции (Вид на крейт спереди)**

Сквозная линия	Свободная сквозная линия	P1	B	Занято	Сквозная линия
Сквозная линия	Свободная сквозная линия	P2	F16	Функция	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P3	F8	Функция	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P4	F4	Функция	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P5	F2	Функция	Сквозная линия
Сквозная линия	Команда принята	X	F1	Функция	Сквозная линия
Сквозная линия	Запрет	I	A8	Субадрес	Сквозная линия
Сквозная линия	Сброс	C	A4	Субадрес	Сквозная линия
Индивидуальная линия	Номер станции	N	A2	Субадрес	Сквозная линия
Индивидуальная линия	Запрос	L	A1	Субадрес	Сквозная линия
Сквозная линия	Строб 1	S1	Z	Пуск	Сквозная линия
Сквозная линия	Строб 2	S2	Q	Отклик	Сквозная линия
24 сквозных линии записи W1 — младший значащий бит W24 — старший значащий бит		W24 W22 W20 W18 W16 W14 W12 W10 W8 W6 W4 W2	W23 W21 W19 W17 W15 W13 W11 W9 W7 W5 W3 W1		
24 сквозных линии чтения R1 — младший значащий бит R24 — старший значащий бит		R24 R22 R20 R18 R16 R14 R12 R10 R8 R6 R4 R2	R23 R21 R19 R17 R15 R13 R11 R9 R7 R5 R3 R1		
Сквозные линии питания	—12 В пост. тока	—12	—24	—24 В пост. тока	Сквозные линии питания
	Резервная (c)*	—	—6	—6 В пост. тока	
	Резервная (a)*	—	—	Резервная (b)	
	Дополнительная —6 В**	Y1	E	Чистая земля	
	+12 В пост. тока	+12	+24	+24 В пост. тока	
	Дополнительная +6 В**	Y2	+6	+6 В пост. тока	
	0 В (Обратный провод питания)	0	0	0 В (Обратный провод питания)	

* Резервная линия (c) ранее предназначалась для +200 В постоянного тока.
Резервная линия (a) — для 117 В переменного тока.
Резервная линия (b) — для нейтрали 117 В переменного тока.
Назначение контактов изменено во избежание присутствия на них опасных напряжений.

** Линии дополнительного питания +6 В и —6 В предназначались ранее для резервного использования.

Таблица 3 — **Назначение контактов управляющей станции**
(Вид на крейт спереди)

Индивидуальный дополнительный контакт		P1	B	Занято	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P2	F16	Функция	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P3	F8	Функция	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P4	F4	Функция	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P5	F2	Функция	Сквозная линия
Сквозная линия	Команда принята	X	F1	Функция	Сквозная линия
Сквозная линия	Запрет	I	A8	Субадрес	Сквозная линия
Сквозная линия	Сброс	C	A4	Субадрес	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P6	A2	Субадрес	Сквозная линия
Индивидуальный дополнительный контакт		P7	A1	Субадрес	Сквозная линия
Сквозная линия	Строб 1	S1	Z	Пуск	Сквозная линия
Сквозная линия	Строб 2	S2	Q	Отклик	Сквозная линия

24 индивидуальных линии «Запрос», L1 — от станции 1 и т. д.	L24	N24	24 индивидуальных линии «Номер станции», N1 — от станции 1 и т. д.
	L23	N23	
	L22	N22	
	L21	N21	
	L20	N20	
	L19	N19	
	L18	N18	
	L17	N17	
	L16	N16	
	L15	N15	
	L14	N14	
	L13	N13	
	L12	N12	
	L11	N11	
	L10	N10	
	L9	N9	
	L8	N8	
	L7	N7	
	L6	N6	
	L5	N5	
	L4	N4	
	L3	N3	
	L2	N2	
	L1	N1	

Сквозные линии питания	—12 В пост. тока	—12	—24	—24 В пост. тока	Сквозные линии питания
	Резервная (c)*	—	—6	—6 В пост. тока	
	Резервная (a)*	—	—	Резервная (b)*	
	Дополнительная —6В**	Y1	E	Чистая земля	
	+12 В пост. тока	+12	+24	+24 В пост. тока	
	Дополнительная +6 В**	Y2	+6	+6 В пост. тока	
	0 В (Обратный провод питания)	0	0	0 В (Обратный провод питания)	

* Резервная линия (c) ранее предназначалась для +200 В постоянного тока.
Резервная линия (a) — для 117 В переменного тока.
Резервная линия (b) — для нейтрали 117 В переменного тока.
Назначение контактов изменено во избежание присутствия на них опасных напряжений.

** Линии дополнительного питания +6 В и —6 В предназначались ранее для резервного использования.

Линии питания связывают соответствующие контакты-розеток соединителей магистрали крейта на всех станциях. Обратный провод питания (0 В) соединяет по два контакта в параллель на всех станциях.

Кроме этого конструкция магистрали не регламентируется. Требуемая техника исполнения включает печатный монтаж на гибкой или жесткой основе (с пластинами заземления или без них) и пайку или накрутку. Особое внимание рекомендуется обращать на перекрестные связи между сигнальными линиями и их емкости относительно земли.

5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИНИЙ МАГИСТРАЛИ КРЕЙТА

Каждая линия магистрали крейта должна использоваться в соответствии с обязательными требованиями, подробно изложенными в последующих пунктах и обобщенными в табл. 1.

В типовой операции на магистрали крейта участвуют по крайней мере два вставных блока, один из которых действует как крейт-контроллер, а другой — как управляемый модуль (см. 3.2).

Существуют два типа операций на магистрали крейта: операции команды и неадресованные. Во время операции команды крейт-контроллер генерирует команду, которая состоит из сигнала на индивидуальной линии «Номер станции», обеспечивающего выбор одного или нескольких модулей, сигналов на сквозных линиях «Субадрес», обеспечивающих выбор части модуля, и сигналов на сквозных линиях «Функция», которые определяют операцию, подлежащую выполнению.

Во время неадресованных операций команда отсутствует, но крейт-контроллер генерирует один из сигналов общего управления на сквозных линиях «Пуск» или «Сброс», который воздействует на все соединенные с этими линиями модули.

Во время операций команды и неадресованных операций крейт-контроллер генерирует сигнал на линии «Занято». Сигнал «Занято» используется на всех станциях крейта для указания, что на магистрали крейта идет операция. На сквозных линиях «Строб 1» и «Строб 2» в течение операций команды генерируются последовательно два синхронизирующих сигнала S1 и S2. При неадресованных операциях обязательно генерируется только сигнал S2, однако сигнал S1 также может генерироваться.

Во время операции команды может осуществляться чтение данных из модуля в крейт-контроллер или запись данных из крейт-контроллера в модуль, возможно отсутствие передачи данных.

В ответ на команду чтения адресуемый модуль устанавливает сигналы данных чтения, которые принимаются крейт-контроллером по сигналу S1. В ответ на команду записи адресуемый модуль по сигналу S1 принимает от крейт-контроллера сигналы данных записи.

Адресуемый модуль сообщает сигналом на сквозной линии «Команда принята», способен ли он выполнить действие, требуемое командой. Он может передавать также по сквозной линии «Отклик» один бит информации о своем состоянии. Крейт-контроллер принимает сигналы «Команда принята» и «Отклик» по сигналу S1.

Каждый модуль может генерировать на своей индивидуальной линии «Запрос» сигнал, который указывает на необходимость к нему внимания.

Использование каждой линии магистрали крейта определяется в последующих пунктах. Соотношение между сигналами для генерирования конкретных команд указано в разд. 6, а стандарты на электрические сигналы, включая сигналы синхронизации, приведены в разд. 7.

Последовательность событий в течение операции команды описана в 7.1.3.1 и показана на рис. 9. Последовательность событий в течение неадресованной операции описана в 7.1.3.2 и показана на рис. 10.

5.1 Команды

Команда состоит из сигналов на:

1) индивидуальных линиях «Номер станции» (определяющих выбор модуля или нескольких модулей);
2) четырех линиях «Субадрес» (определяющих выбор части модуля);
3) пяти линиях «Функция» (определяющих вид операции).

Сигналы команды поддерживаются в течение всего времени выполнения операции на магистрали крейта. Они сопровождаются сигналом на сквозной линии «Занято», который сообщает всем блокам, что на магистрали крейта идет операция.

Вставные блоки не должны реагировать на сигналы на линиях «Субадрес» и «Функция», когда операция команды не выполняется.

5.1.1 Номер станции (N)

Каждая нормальная станция адресуется сигналом на индивидуальной линии «Номер станции» (Ni), которая идет от отдельного контакта на управляющей станции (см. табл. 2 и 3). Станции нумеруются в десятичной системе слева направо при виде на крейт спереди, начиная со станции 1 (имеющей адрес N1).

На число станций, адресуемых одновременно, ограничений не накладывается и это рекомендуется учитывать в конструкции модуля.

5.1.2 Субадрес (A8, A4, A2, A1)

Различные узлы модуля адресуются сигналами на четырех сквозных линиях А. Эти сигналы декодируются в модуле для выбора одного из 16 субадресов, пронумерованных в десятичной системе от A(0) до A(15).

Субадрес может использоваться для выбора, например, регистра внутри модуля или элемента, управляющего сигналом «Отклик» (Q), или узла, который исполняет функции «Разрешение», «Запрещение» и «Исполнение». Использование субадреса внутри модуля применительно к кодам функции рассматривается в разд. 6.

Каждый код субадреса, используемый в модуле, должен полностью декодироваться. Это значит, что в процессе декодирования должны участвовать все четыре сигнала субадреса на магистрали крейта.

Коды субадреса обозначают A(0), A(1), A(2), A(3) и т. д. в отличие от обозначения отдельных линий «Субадрес» A1, A2, A4, A8. Например, сигналы на линиях «Субадрес»: A1=1, A2=1, A4=0 и A8=0 представляют код A(3).

5.1.3 Функция (F16, F8, F4, F2, F1)

Функция, подлежащая исполнению по заданному субадресу в выбранном модуле или модулях, определяется сигналами на пяти сквозных линиях F. Эти сигналы декодируются в модуле для выбора одной из 32 функций, пронумерованных в десятичной системе от F(0) и F(31). Коды 32 функций представлены в табл. 4 и подробно описаны в разд. 6 при рассмотрении структуры команды.

Таблица 4 — **Коды функций**

Код F(...)	Функция	Использование линий R и W	Сигналы на линиях F					Код F(...)
			F16	F8	F4	F2	F1	
0	Чтение регистра группы 1	Операции, использующие линии R	0	0	0	0	0	0
1	Чтение регистра группы 2		0	0	0	0	1	1
2	Чтение и сброс регистра группы 1		0	0	0	1	0	2
3	Чтение обратного кода регистра группы 1		0	0	0	1	1	3
4	Нестандартная		0	0	1	0	0	4
5	Резервная		0	0	1	0	1	5
6	Нестандартная		0	0	1	1	0	6
7	Резервная		0	0	1	1	1	7
8	Проверка запроса	Операции, не использующие линии R и W	0	1	0	0	0	8
9	Сброс регистра группы 1		0	1	0	0	1	9
10	Сброс запроса		0	1	0	1	0	10
11	Сброс регистра группы 2		0	1	0	1	1	11
12	Нестандартная		0	1	1	0	0	12
13	Резервная		0	1	1	0	1	13
14	Нестандартная		0	1	1	1	0	14
15	Резервная		0	1	1	1	1	15
16	Запись регистра группы 1	Операции, использующие линии W	1	0	0	0	0	16
17	Запись регистра группы 2		1	0	0	0	1	17
18	Селективная установка регистра группы 1		1	0	0	1	0	18
19	Селективная установка регистра группы 2		1	0	0	1	1	19
20	Нестандартная		1	0	1	0	0	20
21	Селективный сброс регистра группы 1		1	0	1	0	1	21
22	Нестандартная		1	0	1	1	0	22
23	Селективный сброс регистра группы 2		1	0	1	1	1	23

Окончание табл. 4

Код F( )	Функция	Использование линий R и W	Сигналы на линиях F					Код F( )
			F16	F8	F4	F2	F1	
24	Запрещение	Операции, не использующие линии R и W	1	1	0	0	0	24
25	Исполнение		1	1	0	0	1	25
26	Разрешение		1	1	0	1	0	26
27	Проверка состояния		1	1	0	1	1	27
28	Нестандартная		1	1	1	0	0	28
29	Резервная		1	1	1	0	1	29
30	Нестандартная		1	1	1	1	0	30
31	Резервная		1	1	1	1	1	31

Коды функций подразделяют на три группы, включающие операции чтения, записи и операции без пересылки данных. Стандартные коды функций определяют действия в модулях и крейт-контроллерах. Предусмотрены также резервные коды для расширения стандартных кодов в будущем и нестандартные коды, применение которых не определено и стандартами не установлено.

Каждый код функции, используемый в модуле, должен полностью декодироваться. Это значит, что в процессе декодирования должны участвовать все пять сигналов функции на магистрали крейта.

Коды функции обозначают F(0), F(1), F(3) и т. д. в отличие от обозначения отдельных линий F1, F2 и т. д. Например, сигналы на линиях «Функция» F1=1, F2=0, F4=0, F8=1 и F16=1 представляют код F(25).

5.2 **Сигналы синхронизации (S1 и S2)**

Во время каждой операции команды крейт-контроллером должны генерироваться оба сигнала синхронизации.

Вставные блоки не должны осуществлять необратимых действий в соответствии с сигналами команды или данных до окончания сигнала S1. Действия, связанные с приемом данных или информации о состоянии объекта с линий R, W, Q и X, должны начинаться по сигналу S1. Другие действия также могут синхронизироваться сигналом S1, но при этом состояние сигналов на линиях R и W меняться не должно.

Любые действия, которые могут изменить состояние линий «Чтение» или «Запись» магистрали крейта, должны возбуждаться вторым сигналом синхронизации. Например, сигнал S2 должен использоваться, если требуется очистить регистр, выход которого соединен с магистралью крейта.

Сигнал S2 должен генерироваться во время каждой неадресованной операции для указания момента, когда модули должны принять сигналы общего управления.

Сигнал S1 может генерироваться также, но это необязательно и модули не могут реагировать на него.

5.3 **Данные**

Вся информация, передаваемая по линиям «Чтение» и «Запись», называется для удобства данными, хотя это может быть информацией о состоянии модуля или элементах управления в нем. Таким образом, информацию поступающую в управляемый регистр модуля или из него, рассматривают как данные.

Между крейт-контроллером и выбранным модулем может параллельно передаваться до 24 бит. Чтение и запись осуществляются по независимым линиям.

Если биты слова данных имеют различное числовое значение, то по линии Rn рекомендуется передавать более старший бит слова, чем по линии Rn—1, и по линии Wn — более старший бит, чем по линии Wn—1.

Рекомендуется выбирать длину слова крейт-контроллера равной 24 битам. Для частных применений допускается использовать оборудование, в котором крейт-контроллеры имеют меньшую длину слова и модули с равной длиной слова или меньшей, чем у крейт-контроллера.

Вставные блоки не должны реагировать на состояние сигналов на линиях «Чтение» и «Запись» при отсутствии операции команды.

5.3.1 Линии записи (W1—W24)

Крейт-контроллер генерирует сигналы данных на сквозных линиях W во время каждой операции записи. Сигналы W должны достигать установившегося состояния до появления сигна-

ла S1 и поддерживаться до окончания операции, если не происходит их изменение по сигналу S2. Стробирование данных в модулях должно осуществляться по сигналу S1, если нет очень серьезных технических оснований для выбора сигнала S2.

5.3.2 Линии чтения (R1—R24)

Во время операции чтения сигналы данных устанавливаются модулем на сквозных линиях R. Сигналы R должны достигать установившегося состояния до появления сигнала S1 и поддерживаться в течение всей операции на магистрали крейта, если состояние источника данных не изменится по сигналу S2. Крейт-контроллер должен инициировать действия, связанные с приемом данных с линий R, по сигналу S1 и до этого момента не предпринимать необратимых действий.

5.4 **Информация о состоянии**

Информация о состоянии передается сигналами на линиях «Запрос» (L), «Занято» (B), «Отклик» (Q), «Команда принята» (X).

5.4.1 Запрос (LAM или L)

Линии «Запрос», также как и линии «Номер станции», являются индивидуальными соединениями каждой нормальной станции с отдельным контактом на управляющей станции (L1 от станции 1 и т. д.).

Любой модуль может генерировать сигнал на своей индивидуальной линии (Li), чтобы указать, что ему требуется внимание. Модули, занимающие более одной станции, могут сообщать о различных запросах сигналами на соответствующих линиях L.

Сигнал L, генерируемый модулем, может представлять запросы на внимание, исходящие от более чем одного источника запроса (LAM-источника) в модуле.

5.4.1.1 *Запрос: Сброс, запрещение и проверка*

Для каждого бита регистра LAM-состояний должна быть обеспечена возможность индивидуального сброса либо командой с кодом F(10) «Сброс запроса» (см. 6.2.3), либо командой с кодом F(23) «Селективный сброс регистра группы 2» (см. 5.4.1.2 и 6.3.6). Все биты регистра LAM-состояний должны одновременно устанавливаться в исходное состояние сигналом «Пуск» (см. 5.5.1).

Если LAM-требование связано с выполнением некоторого определенного действия (например, чтения содержимого регистра данных), то соответствующий бит регистра LAM-состояний рекомендуется сбрасывать при выполнении на магистрали крейта требуемой операции.

Модуль, генерирующий сигнал L=1, не должен сбрасывать регистр LAM-состояний до получения соответствующей команды или сигнала «Пуск».

В каждом модуле, генерирующем сигнал L, рекомендуется предусматривать средства для разрешения и запрещения требований LAM. Это может осуществляться путем загрузки и гашения регистра маски или с помощью команд «Разрешение» и «Запрещение».

Все LAM-требования, которые могут запрещаться командами, должны запрещаться также сигналом «Пуск» (Z).

Модуль, генерирующий сигнал L, должен иметь средства для проверки сигнала L командой «Проверка запроса» [код F(8) по субадресу, отличающему ее от используемой при проверках требований от индивидуальных источников LAM]. Если существует несколько источников LAM, то должна быть предусмотрена возможность опроса каждого требования либо с помощью операции «Проверка запроса» по соответствующему субадресу, либо путем чтения всего набора требований с помощью операции чтения.

5.4.1.2 *Запрос: Команды доступа*

Модули могут содержать регистры для LAM-информации. Эти регистры не являются обязательными, но если они существуют, то относить их рекомендуется к группе 2 со следующими субадресами:

— регистр LAM-состояний A(12);
— регистр LAM-маски A(13);
— регистр LAM-требований A(14).

Соответствующие биты регистров рекомендуется связывать с одним и тем же источником LAM.

Значение каждого бита, считываемого из регистра LAM-состояний или LAM-требований, совпадает со значением сигнала отклика Q, которое было бы получено по команде «Проверка состояния» или «Проверка запроса».

В слове, считываемом по субадресу A(12), информацию о состоянии источников LAM рекомендуется размещать в младших битах; в нем может содержаться также другая информация о состоянии модуля. Каждый бит слова данных, загружаемых по субадресу A(13), рекомендуется устанавливать в состояние «1», если нужно разрешить соответствующее LAM-требование, и в состояние «0», если нужно его запретить.

Операции, которые используются для получения LAM-информации, могут быть разделены на 2 класса. Первый класс включает команды чтения F(1), записи F(17), сброса F(11), селективной установки F(19), селективного сброса F(23), адресуемые описанным выше регистрам LAM группы 2. Этот класс предпочтителен для модулей с большим числом LAM-источников. Второй класс включает команды сброса LAM F(10), разрешения F(26), запрещения F(24), проверки состояния F(27) и проверки LAM F(8), адресуемые конкретным запросам. Этот класс операций предпочтителен для модулей с небольшим числом LAM-источников. В первом классе LAM-источник, LAMi, ассоциируется с состоянием бита (i) в словах данных, во втором классе — с субадресами A(i). Для упрощения программирования рекомендуется, чтобы все операции, относящиеся к определенному LAM-источнику, принадлежали только к одному классу.

5.4.1.3 *Запрос: Клапанирование*

Когда модуль, генерирующий сигнал Li=1, получает команду, которая вынуждает его прекратить генерацию, он должен запретить L-сигнал или соответствующее LAM-требование. Условие запрета должно появиться до появления сигнала «Строб 1» и поддерживаться до конца операции на магистрали крейта.

Это требование может удовлетворяться очень просто путем запрета выхода сигнала L, когда модулю адресуется любая команда (Li=0, когда Ni=0). Неадрессованные модули могут, таким образом, вырабатывать Li=0 в любое время, но адресованные модули не могут этого делать до окончания текущей операции на магистрали крейта.

Эти требования могут удовлетворяться более точно путем запрещения только тех сигналов LAM-состояния, которые подлежат аннулированию текущей командой. Способность генерировать Li=1 в течение операции на магистрали крейта распространяется на все LAM-требования, которые командой не аннулируются. Это требует распознавания в модуле сигнала Ni=1 в сочетании с конкретными функциями и субадресами и генерации соответствующих условий запрета.

Требования могут реализовываться промежуточными между этими крайними способами. Например, способность генерировать сигнал Li=1 может распространяться на все LAM-требования в течение большинства операций на магистрали крейта, если выход сигнала L запрещается, когда модуль адресуется сигналом Ni=1 в сочетании с легко идентифицируемыми группами функций и субадресов.

5.4.2 Занято (B)

Сигнал «Занято» используется для блокировки различных частей системы, способных конкурировать в использовании магистрали крейта. Сигнал B=1 указывает всем блокам, что на магистрали крейта идет операция.

Сигнал B=1 должен генерироваться во время каждой операции команды на магистрали крейта (когда сигналы N генерируются тоже) и во время неадресованных операций (когда генерируются Z или C).

5.4.3 Отклик (Q)

Во время каждой операции команды адресуемый модуль может генерировать сигнал на сквозной линии Q для указания состояния любого выбранного в модуле элемента.

Крейт-контроллер должен инициировать действия, связанные с приемом статусной информации с линии Q, по сигналу S1 и не предпринимать до этого необратимых действий.

В операциях чтения и записи (см. 6.1. и 6.3) адресуемые модули должны устанавливать сигнал Q=0 или Q=1 до появления сигнала S1 и поддерживать его, по крайней мере, до появления сигнала S2.

В операции «Проверка запроса» (см. 6.2.1) адресуемые модули могут инициировать сигнал Q в любой момент операции на магистрали крейта, если состояние соответствующего бита регистра LAM-требований изменяется. Если сигнал Q=1 установлен, то он должен оставаться неизменным до конца операции, поскольку этой команде не разрешено изменять LAM-состояние.

Во всех операциях, за исключением операции чтения, записи и проверки запроса, допускается изменение сигнала Q в любое время. Существует риск потери статусной информации, если сигнал Q=1 инициирован между строб-сигналами S1 и S2 во время операции, при которой модуль устанавливает новое состояние по сигналу S2.

В любой операции сигнал Q переносит только один бит информации, состояние которого рекомендуется четко определять для каждого субадреса и кода функции, применяемых в модуле.

Примеры использования сигнала Q в операциях чтения и записи приведены в 5.4.3.1—5.4.3.3, которые определяют три способа передачи блоков данных. Эти три способа сведены в нижеследующую таблицу. Однако информация о состоянии, передаваемая адресуемым модулем во время операции чтения и записи, не ограничивается приведенной в примерах.

Отклик	Использование сигнала Q		
	Адресное сканирование	Режим повторения	Стоп-режим
Q=1	Регистр имеется	Регистр готов	Внутри блока
Q=0	Регистр отсутствует	Регистр не готов	Конец блока

5.4.3.1 *Адресное сканирование*

Если модуль содержит регистры, последовательное обращение к которым происходит в режиме адресного сканирования, то они должны быть расположены по последовательным субадресам, начиная с A(0). Во время операций чтения и записи модуль должен генерировать Q=1 по всем субадресам, по которым такие регистры имеются, и Q=0 по первому субадресу (если таковой имеется), по которому такого регистра нет. Поэтому модуль с n регистрами должен генерировать Q=1 по субадресам от A(0) до A(n—1). Если $n<16$, модуль должен генерировать Q=0 по субадресу A(n).

5.4.3.2 *Режим повторения*

Если модуль содержит регистр, предназначенный для обращения в режиме повторения, то он должен генерировать Q=1 во время операции чтения или записи, если регистр готов принять участие в передаче данных. Он должен генерировать Q=0, если к такой передаче не готов.

5.4.3.3 *Стоп-режим*

Если модуль содержит регистр, предназначенный для обращения в стоп-режиме, то он должен генерировать Q=1 во время каждой операции чтения или записи, пока идет передача блока данных и Q=0 во время любых последующих операций после обозначения конца блока.

5.4.4 Команда принята (X)

Всякий раз, когда модуль адресуется во время операции команды, он должен генерировать X=1 на сквозной линии «Команда принята», если он опознал команду как ту, что способен выполнить самостоятельно или совместно с внешним оборудованием. Сигнал на линии X должен достигать установившегося значения до появления сигнала S1 и поддерживаться до появления сигнала S2. Крей-контроллеры, принимающие сигнал X, должны делать это по сигналу S1.

Сигналом X=0 рекомендуется указывать на серьезную неисправность, например, модуль отсутствует, не имеет питания, нарушены внешние соединения или он не предназначен для выполнения требуемых действий. В ответ на сигнал X=0 крейт-контроллер может осуществлять, например, запрос на вмешательство оператора или операционной системы.

5.5 Сигналы общего управления (Z, C, I)

Сигналы общего управления воздействуют без адресации с помощью команды на все станции крейта для запуска всех блоков (обычно после выключения), сброса регистров данных или запрета действий, таких как прием данных

При неадресованных операциях на магистрали крейта сигналы «Пуск» (Z) или «Сброс» (C) генерируются крейт-контроллером и принимаются каждым блоком, соединенным с соответствующей сквозной линией.

Сигнал общего управления «Запрет» (I) не связан с операциями на магистрали крейта. Он может генерироваться в любое время и приниматься каждым блоком, соединенным со сквозной линией I.

Сигналы «Пуск» (Z) и «Сброс» (C) должны сопровождаться сигналами «Занято» (B) и «Строб 2» (S2) во временной последовательности, описанной в 7.1.3.2 и показанной на рис. 10. Эта последовательность может включать сигнал «Строб 1» (S1), но блоки не должны реагировать на сигнал S1 вместе с сигналами Z или C.

5.5.1 Пуск (Z)

Сигнал «Пуск» предназначен для использования при запуске системы.

Сигнал «Пуск» должен иметь абсолютный приоритет перед другими сигналами. В ответ на сигнал Z=1 все регистры данных и управления должны быть установлены в определенное начальное состояние, все регистры LAM-состояний сброшены и, при возможности, все LAM-требования запрещены.

Блоки, генерирующие сигнал Z, должны также генерировать последовательность сигналов, включающую сигналы «Занято», «Строб 2» и «Запрет» (см. 5.5.2).

Блоки, принимающие сигнал Z, должны делать это по сигналу «Строб 2», чтобы обеспечить защиту от ложных сигналов на линии Z.

5.5.2 Запрет (I)

Сигнал I=1 должен запрещать в модуле все элементы, с которыми он связан.

Когда любой блок генерирует сигнал Z=1, он должен также генерировать I=1. Сигнал «Запрет», сопровождающий сигнал Z, должен устанавливаться ко времени t_1 (см. рис. 10) и поддерживаться, по крайней мере, в течение длительности сигнала Z. Все блоки, которые генерируют сигнал I и могут поддерживать I=1, должны реагировать на Z·S2 генерированием и поддержанием I=1 до специального сброса.

5.5.3 Сброс (C)

Сигнал C=1 должен очищать все регистры и триггеры, с которыми он связан.

Блоки, генерирующие сигнал C, должны также генерировать последовательность сигналов, включающую сигналы «Занято» и «Строб 2».

Блоки, принимающие сигнал C, должны делать это по сигналу «Строб 2», чтобы обеспечить защиту от ложных сигналов на линии C.

5.6 **Нестандартные соединения (P1—P7)**

Пять контактов (P1—P5) соединителя магистрали крейта на каждой нормальной станции и семь контактов (P1—P7) на управляющей станции предназначены для нерегламентируемого использования.

5.6.1 Свободные сквозные линии (P1, P2)

Контакты P1 и P2 всех нормальных станций должны быть связаны двумя свободными сквозными линиями.

Каждый вставной блок может генерировать сигналы на одной или обеих линиях или принимать с них сигналы. Во вставном блоке должны быть предусмотрены средства, с помощью которых любой доступ к этим линиям может быть прерван или запрещен.

Сигналы на свободных сквозных линиях должны соответствовать 7.1.4 и табл. 7 (с распределенными источниками тока смещения и свободой выбора числа входов и выходов) или 7.1.2 и табл. 6 (с одним источником тока смещения на каждой линии, расположенным необязательно в крейт-контроллере, и стандартом на ток как для линий чтения и записи).

5.6.2 Индивидуальные дополнительные контакты

Контакты P3—P5 на каждой нормальной станции и P1—P7 — на управляющей не соединены с линиями магистрали крейта. Они предназначены для дополнительных соединений с другими такими же контактами, дополнительными точками на определенных линиях магистрали крейта, с линией 0 В или внешним оборудованием.

Дополнительные соединения не должны оказывать существенного влияния на работу основных узлов в модулях главного назначения.

Сигналы в дополнительных соединениях должны соответствовать 7.1.4 и табл. 5 и 7.

5.7 **Линия питания**

Магистраль крейта должна включать в себя все линии обязательного и дополнительного питания, указанные в табл. 1.

Включать в магистраль линии дополнительного питания +6 В и —6 В (Y2 и Y1) не требуется, но конструкция магистрали должна позволять, при необходимости, монтаж и разводку сквозных линий на контакты Y1 и Y2 в соответствии с разд. 10.

Подробные сведения о допустимых отклонениях напряжений и допустимых нагрузках на линиях питания приведены в разд. 8.

6 КОМАНДЫ НА МАГИСТРАЛИ КРЕЙТА

Во время операций команды на магистрали крейта модули и крейт-контроллеры должны выполнять действия, определенные для конкретной команды. Они могут выполнять также дополнительные внутренние действия, но они не должны включать перенесение в магистраль крейта или из нее никаких данных или информации о состоянии, кроме определенных командой. Дополнительные внутренние действия не должны обращать одну стандартную команду в другую.

Последующие пункты определяют обязательные действия в модулях и крейт-контроллерах в ответ на каждую команду, включая обязательную передачу данных и информации о состоянии через магистраль крейта. Термин «регистр» используют здесь и в табл. 4, обобщающей коды функций, чтобы обозначить адресуемый источник или приемник данных безотносительно к тому, обладает ли он свойствами запоминания данных или нет.

Функции с кодами F(0)—F(3), F(9), F(11), F(16)—F(19), F(21) и F(23) позволяют разделить регистры модуля на две различные группы: 1 и 2, что дает возможность работать с двумя группами по 16 регистров. Внутри каждой группы соответствующий регистр выбирается субадресом. Информацию, касающуюся состояния или организации системы или требующую ограниченного доступа, рекомендуется помещать в регистрах группы 2 (см., например, 5.4.1.2).

Если модуль позволяет считывание дескриптора (характеристики модуля), то рекомендуется использовать команду «Чтение регистра группы 2» F(1)·A(15).

6.1 **Команды чтения: коды функций F(0) — F(7)**

Команды чтения опознаются по комбинации в коде функции F16=0 и F8=0. Все команды чтения включают передачу данных и информации о состоянии из модуля в крейт-контроллер по линиям R, Q и X (см. обязательные формулировки в 5.3.2—5.4.4).

Правила использования сигнала Q в операциях чтения приводятся в 5.4.3.

6.1.1 Чтение регистра группы 1: код F(0)

Эта команда передает содержимое регистра первой группы модуля в крейт-контроллер. Содержимое регистра не изменяется.

6.1.2 Чтение регистра группы 2: код F(1)

Эта команда передает содержимое регистра второй группы модуля в крейт-контроллер. Содержимое регистра не изменяется.

6.1.3 Чтение и сброс регистра группы 1: код F(2)

Эта команда передает содержимое регистра первой группы модуля в крейт-контроллер. Содержимое регистра сбрасывается по сигналу S2.

6.1.4 Чтение обратного кода регистра группы 1: код F(3)

Команда передает дополненное до 1 содержимое регистра первой группы модуля в крейт-контроллер. Содержимое регистра не изменяется.

Команду используют, главным образом, как средство обнаружения ошибок. Пересылка при чтении с кодом F(0) или F(2) может быть проконтролирована, если ей будет предшествовать пересылка с кодом F(3) из того же регистра. Два слова данных, принятых крейт-контроллером, должны быть взаимно дополняющими. Пересылка при записи с кодом F(16) может контролироваться следующей за ней пересылкой при чтении из модуля с кодом F(3). Слова данных, переданных и принятых крейт-контроллером, должны быть взаимно дополняющими.

6.1.5 Другие команды чтения: коды F(4)—F(7)

Эти команды передают содержимое регистра модуля в крейт-контроллер. Коды F(4) и F(6) предназначены для нестандартных функций. Коды F(5) и F(7) резервированы для расширения стандартных функций.

6.2. Команды управления: коды функций F(8) — F(15)

Эта первая группа команд управления опознается комбинацией в коде функции F8=1 и F16=0. Информация не передается ни по линиям R, ни по линиям W. Информация о состоянии по линии Q может быть передана, однако, в ответ на любую из этих команд. Сигнал на линии Q может изменяться в любое время. Он стробируется в крейт-контроллере по сигналу S1 и может быть сброшен, за исключением операций с кодом F(8), по сигналу S2. Существует риск потери информации, вызванный появлением сигнала Q между сигналами S1 и S2.

6.2.1 Проверка запроса: код F(8)

Эта команда передает сигнал в крейт-контроллер по линии Q, представляющий состояние L-сигнала или LAM-требования в модуле (см. 5.4.1, 5.4.1.1). Отклик должен быть Q=0, если элемент находится в состоянии «0» или если ему препятствуют установить L-сигнал в состояние «1» путем маскирования или клапанирования. Состояние LAM не должно сбрасываться этой командой.

6.2.2 Сброс регистра группы 1: код F(9)

Эта команда сбрасывает содержимое регистра первой группы в модуле.

6.2.3 Сброс запроса: код F(10)

Эта команда сбрасывает LAM-состояние (см. 5.4.1) в модуле.

6.2.4 Сброс регистра группы 2: код F(11)

Эта команда сбрасывает содержимое регистра второй группы в модуле.

6.2.5 Другие команды управления: коды F(12)—F(15)

Эти команды не передают данные по сквозным линиям R и W. Коды F(12) и F(14) предназначены для нестандартных функций. Коды F(13) и F(15) резервированы для расширения стандартных функций.

6.3 **Команды записи: коды функций F(16) — F(23)**

Команды записи опознаются по комбинации в коде функции F16=1 и F8=0. Все команды записи включают передачу данных из крейт-контроллера в модуль по сквозным линиям записи и информации о состоянии из модуля в крейт-контроллер по линиям Q и X (см. обязательные формулировки в 5.3.1, 5.4.3 и 5.4.4).

Правила использования сигнала Q в операциях записи приводятся в 5.4.3.

6.3.1 Запись регистра группы 1: код F(16)

Эта команда устанавливает каждый бит регистра первой группы в модуле в такое же состояние, какое имеет соответствующий бит данных, передаваемых крейт-контроллером.

Результатом этой команды является запись бита Wi данных в бит Mi регистра группы 1. Таким образом

Mi:=Wi.

6.3.2 Запись регистра группы 2: код F(17)

Эта команда устанавливает каждый бит регистра второй группы в модуле в такое же состояние, какое имеет соответствующий бит данных, передаваемых крейт-контроллером.

Результатом этой команды является запись бита Wi данных в бит Mi регистра группы 2. Таким образом

Mi:=Wi

6.3.3 Селективная установка регистра группы 1: код F(18)

Эта команда воздействует на выбранные биты регистра группы 1 в модуле. Биты регистра выбираются и устанавливаются в состояние «1» битами слова данных, передаваемого крейт-контроллером, которые находятся в состоянии «1». Состояние невыбранных битов остается неизменным.

Результатом этой команды является выполнение функции включающего ИЛИ от бита Wi данных и бита Mi регистра группы 1. Таким образом

Mi:=Wi+Mi.

6.3.4 Селективная установка регистра группы 2: код F(19)

Эта команда воздействует на выбранные биты регистра группы 2 в модуле. Биты регистра выбираются и устанавливаются в состояние «1» битами слова данных, передаваемого крейт-контроллером, которые находятся в состоянии «1». Состояние невыбранных битов остается неизменным.

Результатом этой команды является выполнение функции включающего ИЛИ от бита Wi данных и бита Mi регистра группы 2. Таким образом

Mi:=Wi+Mi.

6.3.5 Селективный сброс регистра группы 1: код F(21)

Эта команда воздействует на выбранные биты регистра группы 1 в модуле. Биты регистра выбираются «1» битами слова данных, передаваемого крейт-контроллером, и сбрасываются в состояние «0». Состояние невыбранных битов остается неизменным.

Результатом этой команды является выполнение следующей функции от бита Wi данных и бита Mi регистра группы 1:

$Mi:=\overline{Wi}\cdot Mi$.

6.3.6 Селективный сброс регистра группы 2: код F(23)

Эта команда воздействует на выбранные биты регистра группы 2 в модуле. Биты регистра выбираются «1» битами слова данных, передаваемого крейт-контроллером, и сбрасываются в состояние «0». Состояние невыбранных битов остается неизменным.

Результатом этой команды является выполнение следующей функции от бита Wi данных и бита Mi регистра группы 2:

$Mi:=\overline{Wi}\cdot Mi$.

6.3.7 Другие команды записи: коды F(20) и F(22)

Эти коды предназначены для нестандартных функций, которые воздействуют на некоторые или все биты регистра в модуле в соответствии с данными, передаваемыми крейт-контроллером.

6.4 Команды управления: коды функций F(24)—F(31)

Эта вторая группа команд управления опознается комбинацией в коде функции F8=1 и F16=1. Информация не передается ни по линиям R, ни по линиям W. Однако информация о состоянии по линии Q может быть передана в ответ на любую из этих команд. Сигнал на линии Q может изменяться в любое время. Он стробируется в крейт-контроллере по сигналу S1 и может быть сброшен, за исключением операций с кодом F(27), по сигналу S2. Существует риск потери информации, вызванный появлением сигнала Q между сигналами S1 и S2.

6.4.1 Запрещение: код F(24)

Эта команда запрещает элемент модуля или маскирует сигнал. Команда выполняется по строб-сигналу S1 или S2.

6.4.2 Исполнение: код F(25)

Эта команда начинает или прекращает действия в случаях, когда команды «Разрешение» и «Запрещение» оказываются неприемлемыми. Начало или прекращение действия происходит по строб-сигналу S1 или S2. Команда «Исполнение» не должна использоваться ни для установки элементов модуля, сброс которых требует команды F(24), ни для сброса элементов, установка которых требует команды F(26).

6.4.3 Разрешение: код F(26)

Эта команда возбуждает или разрешает действия в модуле или демаскирует сигнал. Команда выполняется по строб-сигналу S1 или S2.

6.4.4 Проверка состояния: код F(27)

Эта команда формирует на линии Q сигнал отклика, соответствующий состоянию элемента в модуле. Элемент, который выбирается субадресом, может представлять LAM-состояние, но не может представлять LAM-требование или L-сигнал (используется команда «Проверка запроса», п. 6.2.1). Команда «Проверка состояния» не должна сбрасывать элемент.

6.4.5 Другие команды управления: коды F(28)—F(31)

Эти команды не передают информацию по сквозным линиям R или W. Коды F(28) и F(30) предназначены для нестандартных функций. Коды F(29) и F(31) резервированы для расширения стандартных функций.

6.5 **Внешнее представление команды**

Команда на магистрали крейта представляется 5-разрядным кодом функции, 4-разрядным кодом субадреса и сигналом на соответствующей линии N. Этот стандарт не определяет формы, в которой команды могут передаваться вовне (например, между ЭВМ и крейтом). Удобно использовать в основном те же функции и коды субадресов.

7 СТАНДАРТЫ НА СИГНАЛЫ

Стандарты, приведенные в этом разделе, относятся к входным и выходным сигналам вставных блоков, поступающим через:

1) магистраль крейта (включая стандарт на временные соотношения основных сигналов, связанных с операциями на магистрали крейта);

2) нестандартные соединения (P1—P7) с помощью соединителей магистрали крейта;

3) другие соединители на лицевой панели или в задней части блока выше магистрали крейта (с различными стандартами на согласованные и несогласованные цифровые сигналы и на аналоговые сигналы).

Стандарты на сигналы не ограничивают свободу выбора разработчиками других сигналов или правил внутри блоков.

7.1 **Цифровые сигналы на магистрали крейта**

Потенциалы двоичных цифровых сигналов на линиях магистрали крейта соответствуют потенциалам логических элементов, потребляющих ток (например ДТЛ и ТТЛ серий). Условились, однако, для сигналов принять отрицательную логику. Высокий уровень сигнала (более положительный потенциал) соответствует логическому «0», а низкий уровень (близкий к потенциалу земли) соответствует логической «1». Выходы с внутренним ИЛИ, таким образом, реализуются на стандартных изделиях.

Существенная особенность магистрали крейта заключается в том, что выход сигналов многих блоков связан с линиями «Чтение», «Команда принята» и «Отклик». Выходы на эти линии требуют поэтому применения внутренних схем ИЛИ. Это же относится к другим линиям (команд, записи и т. д.), чтобы можно было использовать в крейте более одного блока подобного контроллеру.

Сигналы с выходов всех вставных блоков должны поступать на все линии магистрали крейта через внутренние схемы ИЛИ. Каждая линия должна быть снабжена индивидуальным источником тока смещения для установления на линии состояния «0» в отсутствие приложенного сигнала «1».

Время нарастания и спада выходных сигналов на магистрали крейта не должно быть меньше 10 нс во избежание больших перекрестных наводок.

7.1.1 Уровни напряжений для сигналов на магистрали крейта

Все сигналы на магистрали крейта должны соответствовать уровням напряжения, указанным в табл. 5.

Таблица 5 — **Уровни напряжений сигналов на магистрали крейта**

	Состояние «0»	Состояние «1»
Принимаемый на входе	От +2,0 до +5,5 В	От 0 до +0,8 В
Генерируемый на выходе	От +3,5 до +5,5 В	От 0 до +0,5 В

7.1.2 Стандарт на ток сигналов магистрали крейта

Все сигналы на магистрали крейта должны удовлетворять стандартам на входные и выходные токи, приведенным в табл. 6.

Как показано также в этой таблице, источники тока смещения для всех стандартных сквозных линий магистрали крейта расположены в крейт-контроллере, чтобы обеспечить на линии наличие одного и только одного источника. Источники тока смещения для N линий расположены в блоке, генерирующем сигналы, и для L линий — в блоке, принимающем сигналы, так что индивидуальные линии могут быть объединены или сгруппированы в этих блоках при необходимости.

Таблица 6 — **Стандарты на ток сигналов через контакты соединителей магистрали крейта и ток от источников тока смещения**

Ток, проходящий через соединитель вставного блока с магистралью крейта, определяется, где это подходит, как функция от ширины блока (S станций). Значения тока даны в качестве примера для типовых крейт-контроллеров (S=2, управляющая станция и одна нормальная станция) и других блоков (S=1).

Примечание — Хотя с каждой линией N и L непосредственно связаны только крейт-контроллер и один модуль, с ними могут быть связаны дополнительные блоки через дополнительные точки магистрали крейта или дополнительные соединители.

<table>
<tr><td>Обозначение линий магистрали</td><td>N</td><td colspan="2">L</td><td>Q, R, X</td><td>W, A, F, B, Z, C, I</td><td>S1, S2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Линия в состоянии «1» при +0,5 В. Миним. потребляемый ток (ток течет из линии) каждым блоком, генерирующим сигнал</td><td rowspan="2">6,4 мА</td><td colspan="3" rowspan="2">16 мА</td><td colspan="2">Крейт-контроллеры 1,6(25—S) мА, 36,8 мА обычно</td></tr>
<tr><td>Другие блоки 9,6+1,6×(25—S) мА, 48,0 мА обычно</td><td>58+1,6×(25—S) мА, 96,4 мА обычно</td></tr>
<tr><td>Линия в состоянии «1» при +0,5 В. Максим. ток, отдаваемый в линию каждым блоком, принимающим сигнал</td><td>3,2 мА каждый блок, 6,4 мА всего (Примеч. 1)</td><td colspan="2">Блок с источником тока смещения 11,2 мА
Блок без источника тока смещения 1,6 мА каждый 4,8 мА всего (примеч. 1)</td><td colspan="3">1,6·S мА</td></tr>
<tr><td>Линия в состоянии «0» при +3,5 В. Миним. ток смещения (ток отдается в линию) блока с источником тока смещения</td><td colspan="5">100·(25—S) мкА
2,3 мА обычно для крейт-контроллеров и 2,4 мА обычно для других блоков</td><td>9,9 мА</td></tr>
<tr><td>Линия в состоянии «0» при +3,5 В. Максим. ток, потребляемый из линии каждым блоком без источника тока смещения</td><td>200 мкА</td><td colspan="4">100·S мкА</td></tr>
<tr><td>Расположение источника тока смещения</td><td>Блок, генерирующий сигнал</td><td colspan="2">Один блок, принимающий сигнал</td><td colspan="3">Крейт-контроллер</td></tr>
<tr><td>Ток смещения I_p от линии с положительным потенциалом в состоянии «1» при +0,5 В</td><td colspan="5">6 мА$<I_p<$9,6 мА</td><td>38 мА$<I_p<$58 мА</td></tr>
<tr><td>Ток смещения I_p от линии с положительным потенциалом в состоянии «0» при +3,5 В</td><td colspan="5">2,5мА$<I_p$</td><td>10 мА$<I_p$</td></tr>
</table>

Сигналы стробов S1 и S2, которые синхронизируют в модулях все действия, имеют по сравнению с другими сигналами большие токи смещения, чтобы сократить время переходных процессов и снизить влияние перекрестных наводок.

Число модулей, адресуемых одновременно, не ограничивается. Поэтому выходы модулей необходимо подключать к линиям Q, R и X магистрали крейта через внутренние схемы ИЛИ (см. 7.1). Таким образом обеспечивается возможность поддержания на линии состояния логической «1» одним модулем, в то время как все другие модули генерируют на этой же линии состояние логического «0».

7.1.3 Временные соотношения сигналов на магистрали крейта

Последовательность событий во время операции команды на магистрали крейта показана на рис. 9 с упрощением формы сигналов. Пояснение к рис. 9 дано в 7.1.3.1.

Последовательность событий во время неадресованной операции на магистрали крейта показана на рис. 10, пояснение дано в 7.1.3.2.

На обоих рисунках заштрихованные области показывают допустимый разброс времени установления каждого сигнала. Вертикальная граница каждой заштрихованной области соответствует идеальному сигналу без задержки. Наклонная граница соответствует сигналу, который достигает необходимого порога (0,8 или 2,0 В) после максимально допустимой задержки.

Характеристики всех вставных блоков и магистрали крейта должны быть совместимы с требованиями синхронизации, представленными на рис 9 и 10.

7.1.3.1 *Временные соотношения при операциях команды на магистрали крейта*

Во время операции команды сигналы команды и данных могут принимать состояние или «1», или «0». Для удобства на рис. 9 изображены только сигналы, находящиеся в состоянии «1», но аналогичные временные требования относятся к сигналам в состоянии «0».

Сигнал «Занято» и различные сигналы команды не нуждаются в точном синхронизме, при условии, что каждый из них в отдельности находится внутри заштрихованной области диаграммы. Аналогичные отклонения допускаются между сигналами на различных линиях данных и состояния.

Сигналы W, R, Q и X показаны как поддерживаемые до конца операции, но пунктирной линией показан самый ранний момент времени, когда их изменение допускается под действием строба S2. Во время некоторых операций сигнал Q может изменяться в любое время.

Сигнал L показан для частного случая, когда модуль запрещает выход своего L-сигнала в ответ на команду, которая не сбрасывает LAM-источник (см. 5.4.1.3). Сигнал Li=1 поэтому снят, но появится в конце операции.

Отметками времени от t_0 до t_{12} на рис. 9 обозначены ключевые точки, когда начинается переход сигнала или когда сигнал достигает одного из пороговых уровней (0,8 или 2,0 В).

В момент t_0 начинается переход сигнала «Занято» в состояние «1». Сигналы команды на линиях N, A и F также принимают состояние «0» или «1» в соответствии с командой.

В момент t_1 сигнал «Занято» достигает порога 0,8 В и все сигналы команды достигают соответствующих порогов.

В течение периода t_1—t_2 адресуемый модуль реагирует на команду и в момент t_2 возбуждаются соответствующие сигналы X, Q и сигналы данных. Не позднее момента t_3 все эти сигналы достигают соответствующих порогов. Любой L-сигнал, запрещенный во время операции, к моменту t_3 достигает порога 2,0 В.

Переход сигнала S1 в состояние «1» начинается в момент t_3 и к моменту t_4 он достигает порога 0,8 В.

В момент t_5 начинается переход сигнала S1 в состояние «0», при котором он достигает порога 2,0 В в момент t_6.

Переход сигнала S2 в состояние «1» начинается в момент t_6 и к моменту t_7 он достигает порога 0,8 В. Модули реагируют на S2 изменением состояния сигналов R, Q и X.

В момент t_8 сигнал S2 начинает переход в состояние «0» и достигает порога 2,0 В к моменту t_9, который является моментом окончания операции на магистрали крейта.

В момент t_9 начинается переход в состояние «0» сигнала B и сигналы команды также могут изменяться относительно установленного состояния.

В момент t_{10} сигнал B и сигналы команды достигают порога 2,0 В. В течение периода t_{10}—t_{11} модуль реагирует на снятие команды. К моменту t_{11} начинается переход сигналов W, R, Q и X в состояние «0» и снимается запрет с L-сигнала. В момент t_{12} L-сигнал достигает порога 0,8 В, и все другие сигналы достигают порога 2,0 В.

Крейт-контроллеры должны обеспечивать передачу сигналов команд и строб-сигналов в интервалах времени не меньше минимальных, указанных на рис. 9. Модули должны реагировать на команду внутри интервала (t_1—t_2) и на строб-сигналы внутри интервалов (t_4—t_5) и

(t_7—t_8). Электрические характеристики магистрали крейта и ее соединений со вставными блоками должны обеспечивать переход между двумя пороговыми уровнями в интервалах (t_0—t_1), (t_2—t_3) и т. д.

Следующая операция на магистрали крейта не должна начинаться раньше момента t_9.

В предельном случае, когда следующая операция начинается в момент t_9, отметки времени t_0, t_1, t_2 новой операции совпадают с отметками t_9, t_{10}, t_{11} предыдущей. Сигналы команды и данных одной операции, таким образом, могут сниматься в то же время, когда устанавливаются сигналы следующей операции. Сигнал «Занято» может поддерживаться непрерывно в течение *последовательно идущих на магистрали крейта операций. Любые сигналы команды или* данных, которые имеют то же состояние в течение последовательных операций, удобно также поддерживать. В крайнем случае, в последовательных операциях с одной и той же командой и данными изменения сигнала могут вовсе отсутствовать от t_0 до t_3.

7.1.3.2 *Временные соотношения при неадресованных операциях на магистрали крейта*

Последовательность событий во время неадресованного сброса или пуска показана на рис. 10.

В момент t_0 начинается переход сигнала «Занято» в состояние «1». В операции «Сброс» переход сигнала C также начинается в это время. В операции «Пуск» начинается изменение сигналов Z и I.

К моменту t_1 сигнал B и, соответственно, либо Z и I, либо C достигают порога 0,8 В.

Интервал t_1—t_6 допускает интегрирование сигналов Z или C в модуле, если это требуется.

В момент t_6 начинается переход сигнала S2 в состояние «1». Сигнал S2 устанавливается и снимается, как описано выше. (Сигнал S1 может генерироваться с синхронизацией относительно t_6, как показано на рис. 9).

Сигнал S2 достигает порога 2,0 В к моменту t_9. Переход сигналов B и C или Z в состояние «0» начинается с момента t_9 и к моменту t_{10} они достигают порога 2,0 В. Сигнал I может быть снят в момент t_9 или, если возможно, поддерживаться в состоянии «1», как показано пунктирной линией.

7.1.4 Цифровые сигналы на нестандартных соединениях

Сигналы на свободных сквозных линиях (контакты Р1 и Р2 на нормальных станциях) должны генерироваться на выходах с внутренним ИЛИ и соответствовать уровням напряжений, указанным в табл. 5. Они должны соответствовать стандартам на токи, указанным в табл. 7 или 6 для линий чтения или записи в зависимости от того, что приемлемо (см. также 5.6.1).

Сигналы на дополнительных соединениях, использующих контакты Р3—Р5 на нормальных станциях или Р1—Р7 на управляющей станции, должны генерироваться на выходах с внутренним ИЛИ и соответствовать уровням напряжений, указанным в табл. 5, и стандартам на токи, указанным в табл. 7. Разомкнутые входы должны принимать состояние «0».

В табл. 7 каждый вход и выход имеют индивидуальный источник тока смещения для компенсации тока утечки в состоянии «0». Это допускает гибкость в числе входов и выходов, объединяемых в дополнительных соединениях.

Таблица 7 — **Стандарты на ток через дополнительные контакты**

Состояние линии	Ток, потребляемый из дополнительных соединений и отдаваемый в них	
	Выходы	Входы
Состояние «1» при +0,5 В	Блоки должны иметь возможность потреблять из соединения при генерировании «1» св. 15 мА Блок не должен отдавать в соединение при генерировании «0» св. 300 мкА	Блок не должен отдавать в соединение св. 2 мА
Состояние «0» при +3,5 В	Ток смещения (ток, отдаваемый в соединение): не менее 100 и не более 300 мкА	

7.2 Другие цифровые сигналы

Стандарты, приведенные ниже, обычно рекомендуется использовать для всех согласованных и несогласованных цифровых сигналов через соединители на лицевой панели и сзади вставного блока выше магистрали крейта. Могут, однако, существовать особые обстоятельства, требующие использования других сигналов, например, для согласования со специальным оборудованием, с которым вставной блок непосредственно связан.

7.2.1 Несогласованные сигналы

Несогласованные сигналы рекомендуется устанавливать в соответствии со стандартами табл. 8, если нет особых причин использовать другие стандарты.

Отдельные выходы должны выдерживать без повреждения короткое замыкание на землю. Выходы через многоконтактные соединители не должны выдерживать короткое замыкание на всех контактах одновременно.

Разомкнутые входы должны принимать состояние «0».

Таблица 8 — **Несогласованные сигналы**

Выходы*	$U_{вых}$	Логическая «1»	Блок должен генерировать от 0 до +0,5 В
		Логический «0»	Блок должен генерировать от +2,4 до +5,5 В
	$I_{вых}$	Логическая «1» при +0,5 В	Блок должен потреблять св. 16 мА из соединения
		Логический «0» при +2,4 В	Блок должен отдавать св. 6 мА в соединение
Входы	$U_{вх}$	Логическая «1»	Блок должен принимать от 0 до +0,8 В
		Логический «0»	Блок должен принимать от +2,0 до +5,5 В
	$I_{вх}$	Логическая «1» при +0,5 В	Блок должен отдавать менее 2,0 мА в соединение
		Логический «0» при +2,4 В	Блок должен отдавать в соединение или потреблять из него менее 100 мкА

* Внутренние схемы ИЛИ необязательны

7.2.2 Согласованные сигналы

Волновое сопротивление согласованных сигналов 50 Ом. Сигналы, согласованные с сопротивлением 50 Ом, рекомендуется устанавливать в соответствии с табл. 9, если нет особых причин использовать другие стандарты.

Знаком минус отмечен ток, текущий в выходную цепь.

Таблица 9 — **Согласованные сигналы**

	Логический «0»	Логическая «1»
Выходы должны отдавать в нагрузку 50 Ом	От —2 до +2 мА Предпочтительно от —1 до +1 мА	От —14 до —18 мА
Входы должны потреблять	От —4 до +20 мА	От —12 до —36 мА

7.3 **Аналоговые сигналы**

Эти сигналы, широко используемые для связи между блоками, рекомендуется стандартизировать в будущем.

8 СТАНДАРТЫ НА ЛИНИИ ПИТАНИЯ

Магистраль включает сквозные линии обязательного, дополнительного и резервного питания.

Разработчики вставных блоков могут считать, что обязательные линии (+24, +6, —6, —24 и 0 В обратный провод питания) имеют питание в каждой установке (см. также разд. 10).

Дополнительные линии необходимы для специальных требований, например, совместимости с системой NIM. Имеются сильноточные линии +12 и —12 В постоянного тока и слабо-

точная линия независимой и изолированной «Чистой земли» (земля) обратного провода питания Е. Наличие питания на линиях 12 В не является обязательным, если это специально не требуется.

Напряжения, подводимые к вставным блокам через контакты каждого соединителя магистрали крейта, должны находиться в пределах допусков, приведенных в табл. 10. Отдельные вставные блоки или совокупность вставных блоков в крейте не должны создавать токовые нагрузки, превышающие указанные в табл. 10.

Линии питания и любая разводка от них к точке ввода питания в крейт должны выдерживать максимально допустимые для крейта токовые нагрузки. Сопротивление между любой точкой на сквозной линии магистрали крейта «Обратный провод питания» и точкой ввода питания в крейт не должно превышать 2 мОм.

Таблица 10 — **Стандарты на линии питания**

Номинальное напряжение постоянного тока на линии питания в крейте, В	Отклонение напряжения на соединителях магистрали крейта, %	Максимальные токовые нагрузки, А	
		Во вставном блоке (одинарной ширины) см. примеч. 1 и 3	В крейте см. примеч. 2
Обязательное:			
+24	±1,0	1	6
+6	±2,5	2*	25*
—6	±2,5	2*	25*
—24	±1,0	1	6
0	—	—	—
Дополнительное (по требованию).			
+12	±1,0	—	—
—12	±1,0	—	—

* См. разд. 10.

Примечания

1 Ток, пропускаемый каждым контактом соединителя магистрали крейта, не должен превышать 3 А.

2 Полная мощность, рассеиваемая в крейте без принудительной вентиляции, не должна превышать 200 Вт

3 Мощность, рассеиваемая на каждой станции, не должна превышать 8 Вт в общем случае или 25 Вт при особых условиях.

9 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Система предназначена для использования во внешних условиях, типичных для лабораторной аппаратуры. Диапазон окружающей температуры от 10 до 45 °С.

10 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПИТАНИЯ 6 В (СКВОЗНЫЕ ЛИНИИ Y1, Y2)

В особых случаях могут использоваться вставные блоки, потребляющие по цепям +6 или —6 В ток более 3 А.

Такие вставные блоки считают специальными, но они должны соответствовать требованиям к величине тока через контакты соединителей магистрали, указанной в примечании 1 к табл. 10. Полная мощность, рассеиваемая на станции или станциях, занимаемых вставным блоком, должна соответствовать требованиям примечания 3 к табл. 10.

Они должны обеспечивать повышенную (дополнительную) мощность питания по цепям 6 В без превышения тока нагрузки на один контакт 3 А через контакты Y1 и Y2. Полный обратный ток на каждый контакт 0 В, включая токи на линиях 24 и 12 В, не должен превышать 3 А.

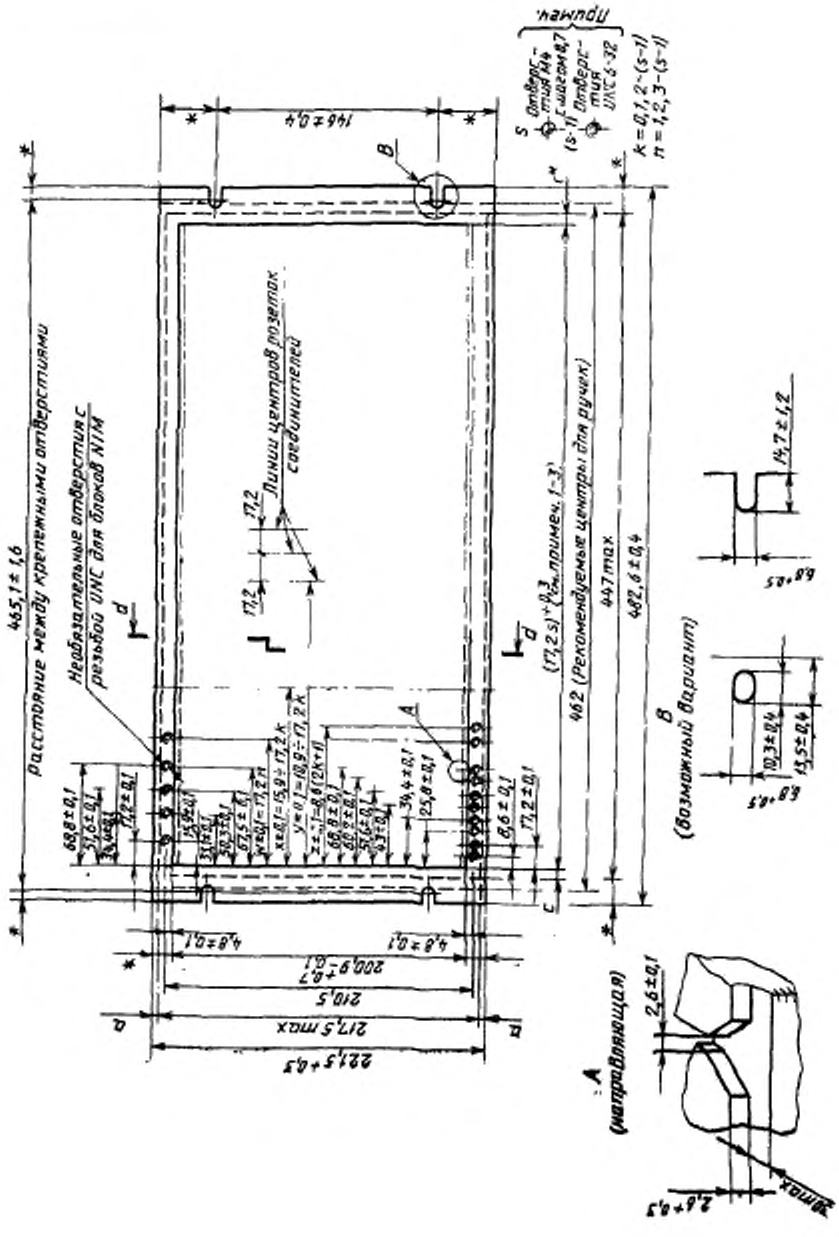
Чтобы удовлетворить этому требованию, необходимо обеспечить контроль за распределением тока между двумя 0 В контактами. Пример удобной схемы показан на рис. 12.

Вставные блоки, требующие дополнительного питания 6 В, рекомендуется устанавливать только в специальные крейты, имеющие сквозные линии и разводку на контакты Y1 и Y2 для подачи необходимого питания (см. также п. 5.7).

Вставные блоки, требующие дополнительного питания 6 В, должны иметь на лицевой панели четкую маркировку, указывающую необходимое дополнительное (Y1, Y2) напряжение и ток.

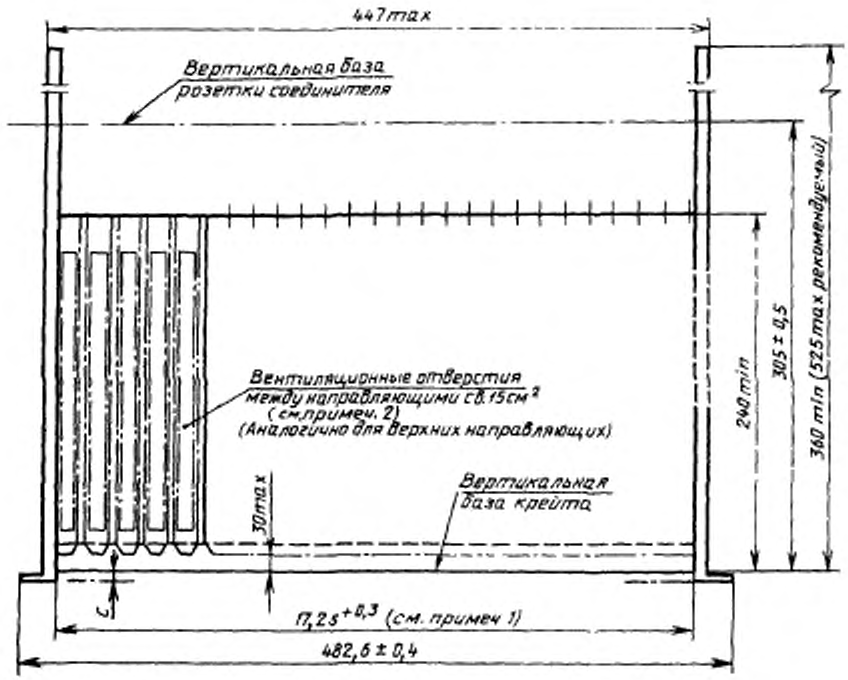
Крейты, оборудованные сквозными линиями Y1 и Y2 и разводкой для подачи дополнительного питания 6 В, должны иметь четкую маркировку, указывающую на это.

Обязательную маркировку на передней панели, указывающую на необходимость дополнительного питания, рекомендуется дополнять броской надписью на вставном блоке (например, на боковой стенке), что он может использоваться только в крейте, имеющем дополнительное питание на Y1 и Y2.



Примечания
1 s — число станций (<25)
2 $c+c'+[(7{,}25)\pm0{,}3]=447$ макс.
3 $c=c'$ не обязательно
* Непроставленные разности размеров расположены симметрично

Рисунок 1 — Невентилируемый крейт. Вид спереди



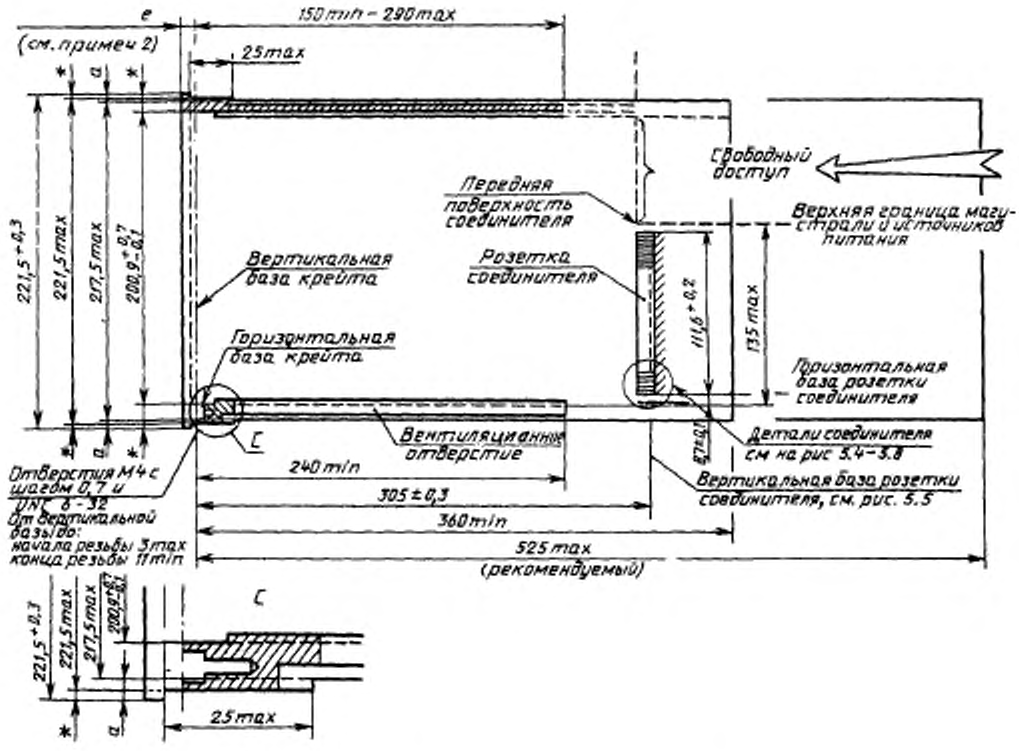
Примечания

1 s — число станций для вставных блоков.

2 Вентиляционные отверстия между направляющими должны быть как можно длиннее.

3 Обычно $c = 3{,}5 \pm 0{,}6$.

Рисунок 2 — Вид сверху на нижние направляющие в крейте

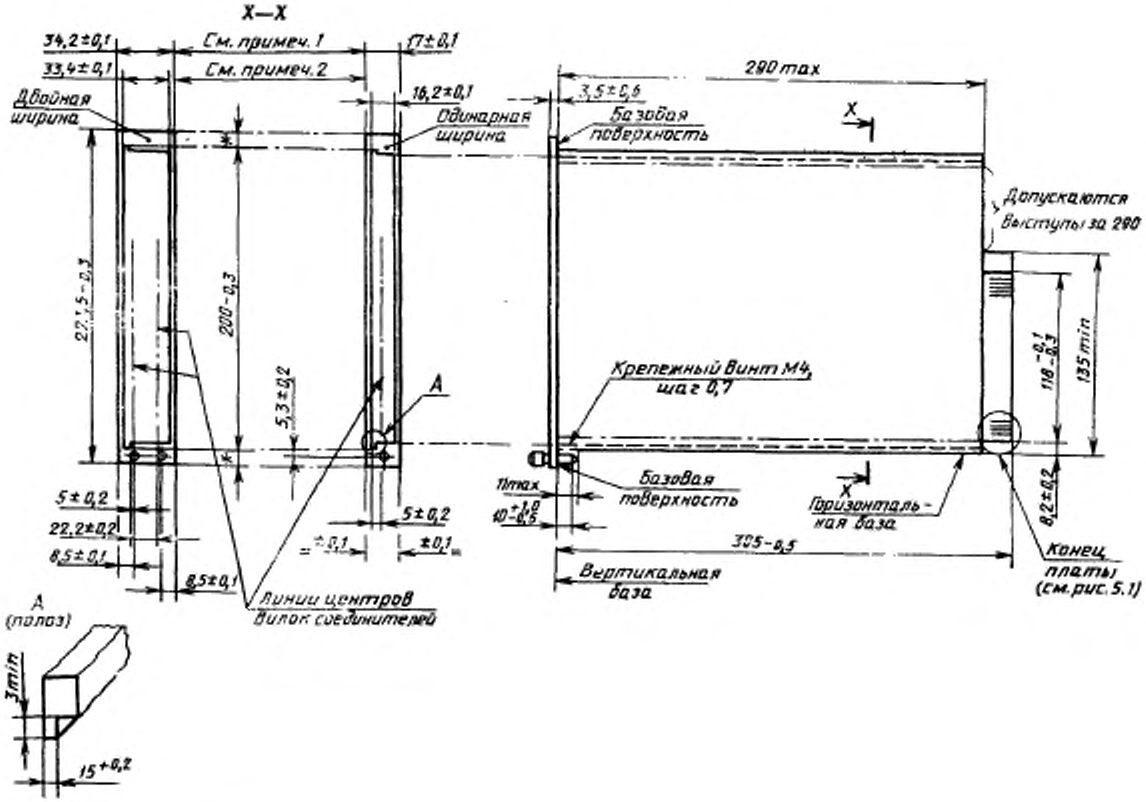


Примечания

*1 Непроставленные разности размеров расположены симметрично.

2 Обычно $e = 3{,}5 \pm 0{,}6$.

Рисунок 3 — Крейт. Вид сбоку (сечение d—d см. рисунок 1)



Примечания

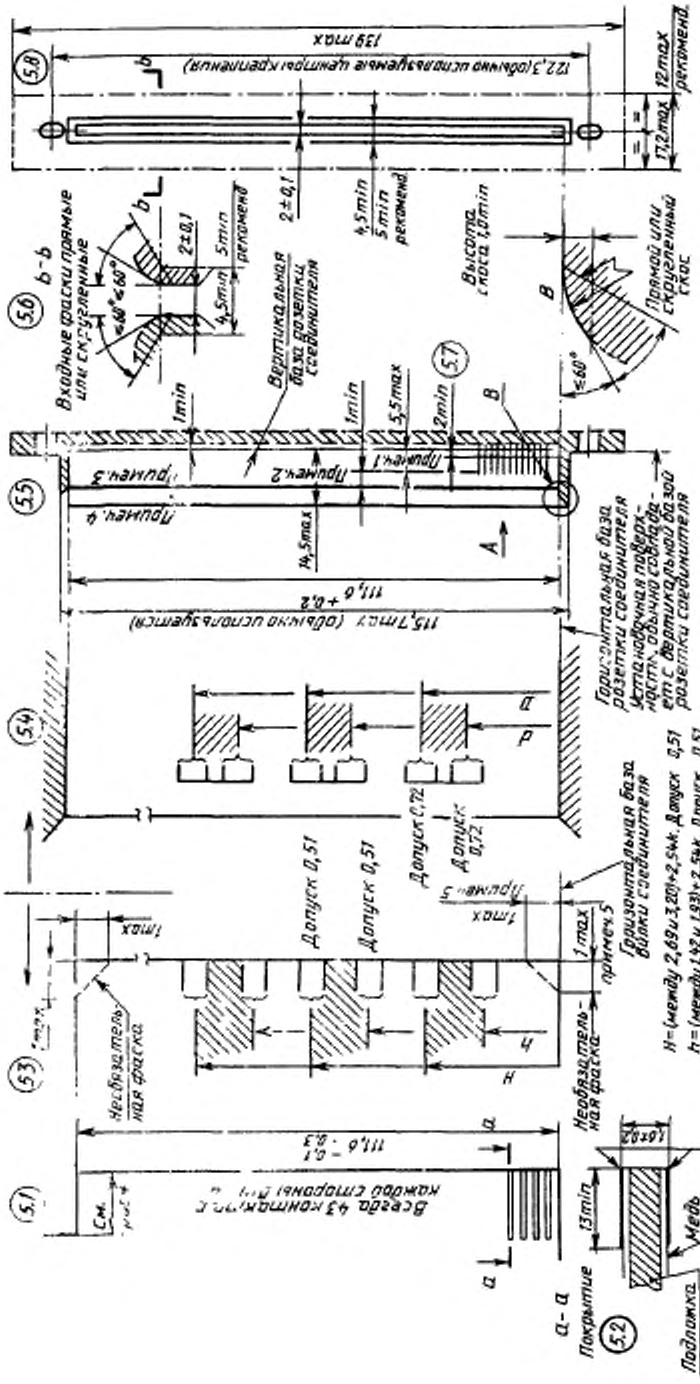
1 Ширина лицевой панели блоков, занимающих s станций:
(17,2s—0,2) для s=1, 2 или 3.
(17,2s—0,4) для s=4, и т. д.

2 Рекомендуется ширина задней панели меньше ширины передней панели на 0,8.

3 Непроставленные разности размеров расположены симметрично.

4 Базовые поверхности выше и ниже направляющих не имеют выступающих частей, кроме крепежного винта.

Рисунок 4 — Вставной блок. Вид сбоку и сзади



Примечания

1 Вилки соединителя, доходящие до этой линии, должны иметь электрический контакт во всех точках.

2 Вилки соединителя, доходящие до этой линии, не должны иметь электрического контакта

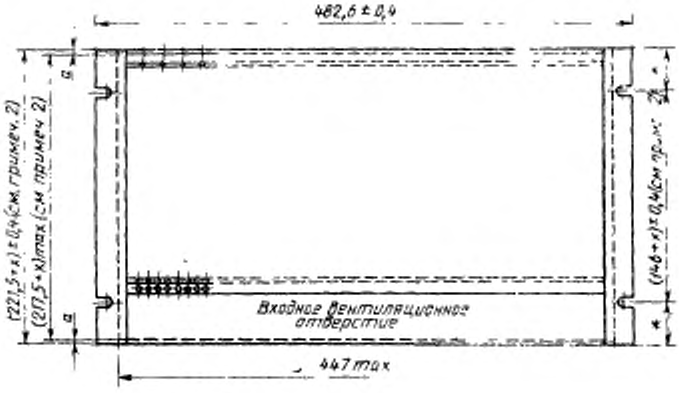
3 Горизонтальная базовая поверхность розетки соединителя должна доходить до этой линии.

4 Передняя поверхность соединителя не должна выходить за эту линию.

5 Предпочтительно приблизительно 0,1.

6 На двух вертикальных концах соединителя допускается фаска 0,3 max×0,3 max, хотя сечение *a—a* на рис. 5.2 показывает ее отсутствие.

Рисунок 5 — Соединитель магистрали вилка (5.1—5.3) — розетка (5.4—5.8)



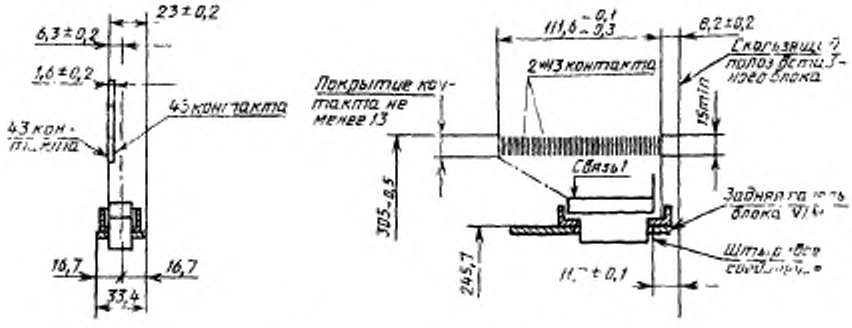
Примечания

1 Все непоказанные детали см. на рис. 1.

2 $x = 44{,}45L$, где $L = 1, 2, 3$ и т. д.

3 Непроставленные разности размеров расположены симметрично.

Рисунок 6 — Вентилируемый крейт. Вид спереди



Примечание — Детали контакта см. на рис. 5

Рисунок 7 — Адаптер для блоков NIM

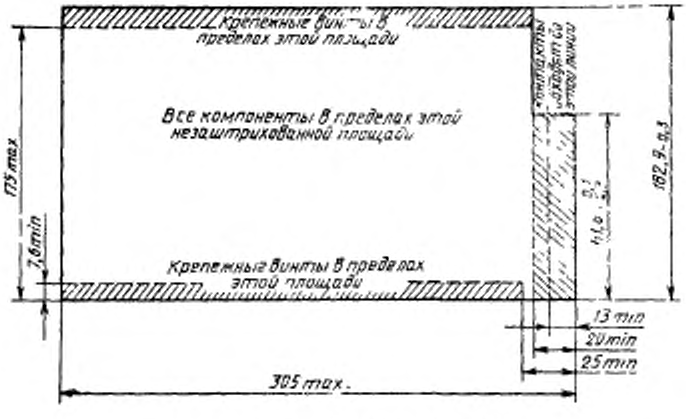
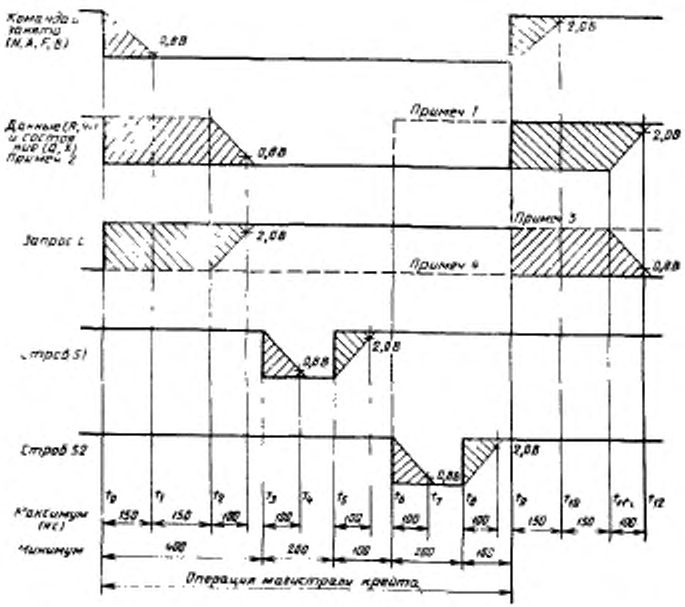


Рисунок 8 — Типовая печатная плата



Примечания

1 Данные и состояние могут изменяться в ответ на S2.

2 В течение некоторых операций Q может изменяться в любое время.

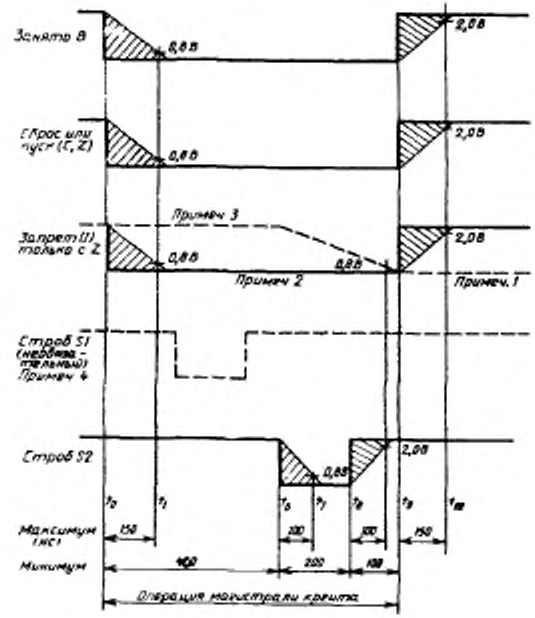
3 Состояние LAM может быть сброшено в течение операции.

4 Сигнал L может поддерживаться в течение операции.

5 Для всех сигналов минимальное время нарастания и спада 10 нс. См. 7.1.

6 Переход сигналов в момент t_0 или t_9 может отсутствовать, если сигналы на линиях команды или данных имеют то же состояние в предыдущей или последующей операциях. См. 7.1.3.1.

Рисунок 9 — Последовательность событий при операции команды на магистрали крейта



Примечания

1 I предпочтительно поддерживается.

2 I сопровождается Z.

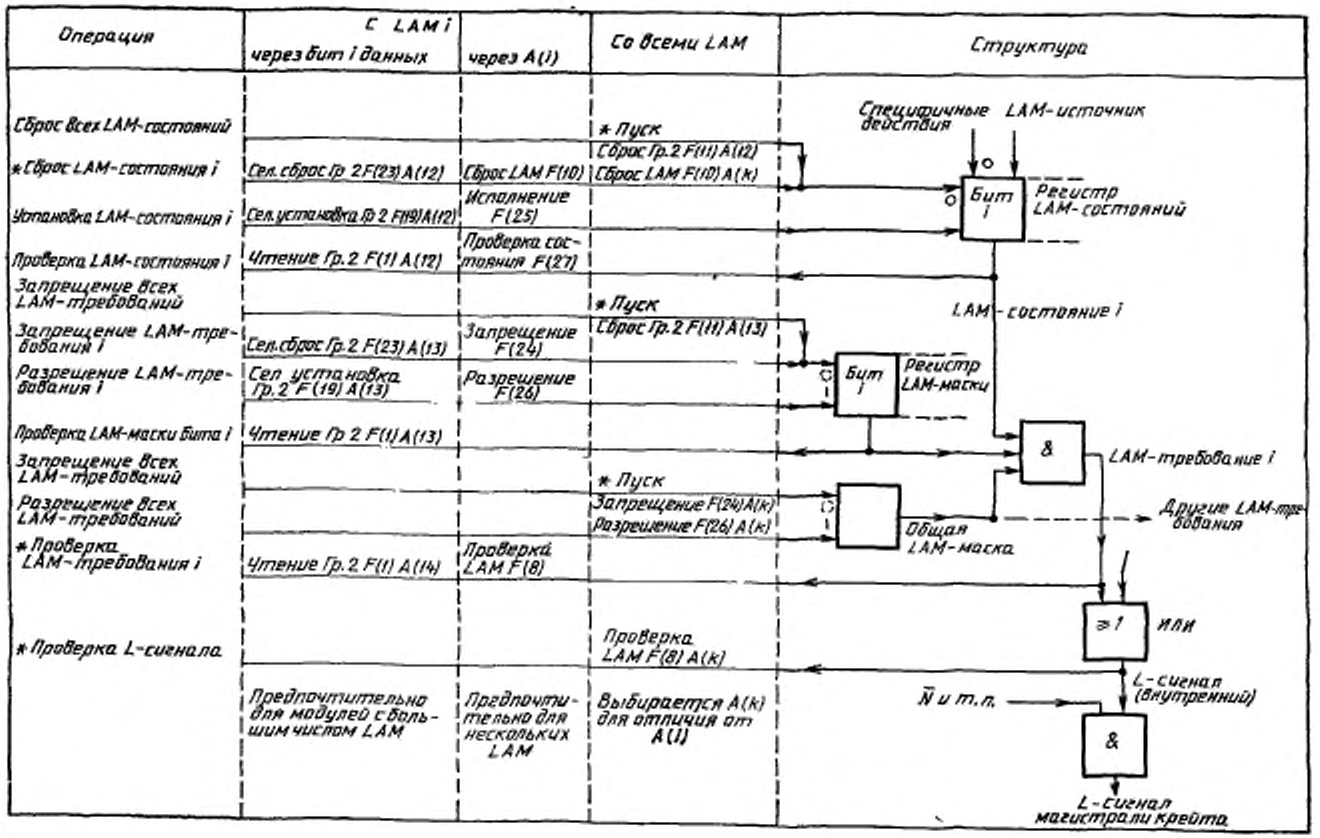
3 I генерируется в ответ на Z·S2.

4 Другие времена как на рис. 9.

Для всех сигналов минимальное время нарастания и спада 10 нс. См. 7.1.

6 Переход сигналов в момент t_0 или t_9 может отсутствовать, если сигналы на линиях команды или данных имеют то же состояние в предыдущей или последующей операциях. См. 7.1.3.1.

Рисунок — 10. Последовательность событий при неадресованной операции на магистрали крейта



* Обязательная (см. 5.4.1.1)

Рисунок 11 — Некоторые варианты структуры LAM

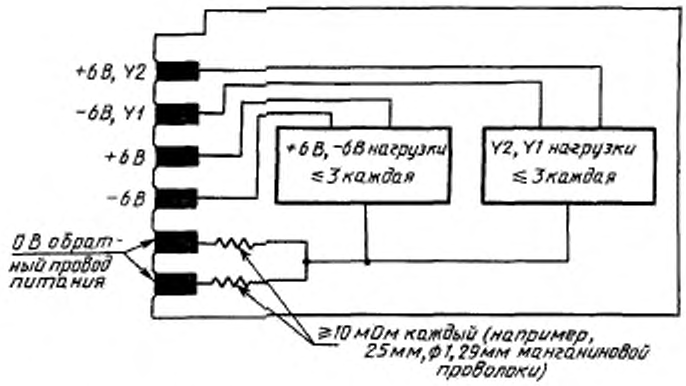


Рисунок 12 — Типовое распределение тока с дополнительным источником питания 6 В

УДК: 621.039—791.1 621.317.39:: 621.039 КАМАК 001.4:006.354 П70 ОКП 42 2000

Ключевые слова: модульная система, крейт, вставные блоки, сигналы, адаптер, магистрали

Редактор *В. П. Огурцов*
Технический редактор *Н. С. Гришанова*
Корректор *Н. И. Ильичева*

Сдано в наб. 08.02.95. Подп. в печ. 30.03.95. Усл. п. л. 4,65. Усл. кр.-отт. 4,89. Уч.-изд. л. 4,70. Тир. 405 экз. С 2264.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256, Зак. 323
ПЛР № 040138

gost.e-ecolog.ru