

Назначение измерительных каналов в соответствии с принципиальной схемой приведена в таблице 2.11.4.

Таблица 2.11.4 Назначение каналов системы аналоговых измерений

Наименование сигнала	Номер контакта	Назначение
AS3	конт.16 DD10	контроль напряжения на фазе А
AS4	конт.15 DD10	контроль напряжения на выпрямителе
AS5	конт.14 DD10	контроль напряжения на фазе С
AS6	конт.13 DD10	контроль напряжения на фазе В
AS7	конт.12 DD10	контроль напряжения на аналоговой шине магистрали
AS8	конт.19 DD16	контроль тока накала
AS9	конт.18 DD16	контроль тока катода
AS10	конт.17 DD16	контроль тока анода
AS11	конт.16 DD16	контроль общего тока трубки
AS12	конт.15 DD16	контроль тока статора РИДа
AS13	конт.14 DD16	контроль напряжения на катоде
AS14	конт.13 DD16	контроль напряжения на аноде
AS15	конт.12 DD16	контроль общего напряжения на трубке

Для получения информации о величине контрольных напряжений необходимо по адресу 8000h записать номер канала измерения. Во время записи этой инструкции включается требуемый аналоговый канал и происходит запуск аналого-цифрового преобразования, причем в соответствии с форматом команды может быть осуществлен одновременный запуск обеих микросхем (см.табл.2.11.1). Преобразование осуществляется за время не более одной микросекунды. После этого результаты преобразования могут быть прочитаны из микросхемы DD10 по адресу 8000h, а из DD16 — по адресу 8200h.

В результате работы электронных схем на некоторых входах АЦП могут возникать небольшие смещения, которые приводят к формированию систематической погрешности измерения. Для ее компенсации рекомендуется в файле настроек хранить таблицу погрешностей и учитывать их программно при организации процедур измерения.

2.11.4 Система контроля вращения анода рентгеновской трубки

Контроль работоспособности системы вращения анода рентгеновской трубки осуществляется путем измерения величины тока статора во всех режимах работы, а так же по шуму подшипников рентгеновской трубки.

Блок вращения анода подключается к разъему контроллера CXR. Сигнал с датчика тока, расположенного в модуле вращения анода, поступает на шестой контакт этого разъема. После регулировочного резистора R127 он приходит на вход усилителя DA11.1. Усиленный в пять раз сигнал поступает на активный выпрямитель, собранный на операционных усилителях DA11.2 и DA11.3. На выходе выпрямителя сигнал интегрируется благодаря конденсатору C38, согласуется по динамическому диапазону и дополнительно фильтруется цепочкой R178,R179,C61. После этого в качестве сигнала AS12 он поступает на один из входов АЦП DD16 для измерения и программного контроля.

Шум подшипников рентгеновской трубки при вращении анода вызывает вибрацию стального корпуса РИДа. С помощью магнитоэлектрического преобразователя вырабатывается слабый электрический сигнал, соответствующий акустическому сигналу корпуса. Он поступает через четвертый вывод разъема CXR на усилительный каскад, собранный на операционном усилителе DA11.4. Каскад построен таким образом, что его частотная характеристика имеет максимум в районе одного килогерца, а сигнал с частотой 50Гц — подавляется. С помощью диодов VD24 и VD25 выходной сигнал каскада выпрямляется и интегрируется конденсатором C39. Коэффициент усиления каскада

устанавливается с помощью резистора R149. Выпрямленный и отфильтрованный сигнал поступает на компаратор DA12.1, с помощью которого сравнивается с уровнем опорного напряжения с делителя R138,R139. Если уровень шумового сигнала выше опорного, то на выходе компаратора формируется уровень логической единицы сигнала RBN, и снимается соответствующий запрет в системе блокировок контроллера.

При подаче команды «раскрыть анод» из соответствующего регистра PLM поступает сигнал RRT с высоким логическим уровнем, который инвертируется логическим элементом микросхемы DD12 и активным уровнем логического нуля выходит на первый контакт разъема CXR. О генерации этого сигнала свидетельствует свечение светодиода VD19. Команда торможения трубки приводит к установлению высокого логического уровня сигнала RBR, который после инверсии микросхемой DD12 поступает на второй контакт того же разъема. Во время торможения анода светится светодиод VD18.

2.11.5 Система накала катода рентгеновской трубки

В контроллере CR07 предусмотрена возможность управления блоками накала рентгеновской трубки, построенными как по принципу частотных преобразователей, так и по принципу регулирования низкочастотного переменного тока.

Уровень управляющего напряжения, пропорционального току накала катода, вырабатывается одиннадцатиразрядным цифро-аналоговым преобразователем. Он построен на основе интегрального преобразователя DD14, операционного усилителя DA9.4 и дополнительного электронного ключа DD15.1. Младшие десять разрядов ЦАП формируются интегральным преобразователем, а старший разряд — электронным ключом. Вес старшего разряда устанавливается с помощью резистора R197, а полная амплитуда выходного сигнала — резистором R209 (она составляет 10В). Код, пропорциональный управляющему напряжению, записывается в одиннадцатиразрядный регистр, расположенный в ПЛМ, и поступает на ЦАП по шине TD0..TD10. При установке в единицу одиннадцатого разряда (режим поднакала) включается светодиод VL24. Управляющее напряжение TCI поступает в блок накала через седьмой вывод разъема СХТ.

Если блок накала готов к работе, он формирует низкий логический уровень сигнала TRY, который приводит к включению светодиода VL21 и формированию высокого логического уровня сигнала T-RY, поступающего в ПЛМ для обработки системы блокировок. Включение блока накала в рабочий режим производится сигналом TON (8 вывод сигнала СХТ). Об активном (низком) уровне этого сигнала свидетельствует включение светодиода VL20.

Контроль тока накала осуществляется по сигналу TIN, который поступает с блока накала и пропорционален току катода. Он представляет собой переменное напряжение, уровень которого регулируется с помощью резистора R123 на входе усилительного каскада DA10.1. Далее сигнал поступает на активный выпрямитель, собранный на усилителях DA10.2,DA10.3 и диодах VD20,VD21. Выпрямленный сигнал делится пополам резисторами R176,R177, фильтруется от помех конденсатором C49 и поступает на вход АЦП DD16 в виде аналогового сигнала AS8 для измерения и дальнейшей программной обработки. Сигнал с выхода выпрямителя через резистор R215 подан на входы трех компараторов DA12.2, DA13.1, DA13.2. Первый из них имеет порог срабатывания около 10В и предназначен для генерации сигнала блокировки TMX, если ток накала превышает максимально допустимый. Второй компаратор формирует низкий логический уровень сигнала TOF при превышении порогового значения около 1В. Этот сигнал предназначен для контроля выключения тока в системах регулирования проходного типа. Компаратор DA13.2 устанавливает сигнал блокировки TMN если уровень контрольного сигнала ниже 2В, препятствуя тем самым возможности включения высокого напряжения при холодном катоде рентгеновской трубки.

Для контроля тока рентгеновской трубки через разъем СХТ в контроллер поступают аналоговые сигналы TIA (контроль тока анода), TIK (контроль тока катода), TIT (контроль усредненного тока трубки для измерений). Все три сигнала усиливаются усилителями микросхемы DA9 и через выходные RC-фильтры подаются на вход АЦП DD16 в виде

аналоговых сигналов AS9..AS11 для измерений и последующей программной обработки. Сигнал, пропорциональный усредненному значению тока трубки, через резистор R214 поступает на вход двухуровневого компаратора, построенного на микросхеме DA14. Оба элемента микросхемы объединены по выходу для формирования сигнала блокировки IMX, низкий уровень которого свидетельствует о превышении максимально допустимого значения тока рентгеновской трубки. Двухуровневый компаратор позволяет обрабатывать сигналы переменного тока, которые формируются в цепях обратной связи низкочастотных трансформаторно-выпрямительных блоков.

Для снятия аварии блока накала и управления режимом работы контроллер формирует два соответствующих сигнала — TRS и TCM, которые поступают на 12 и 9 контакты разъема СХТ.

2.11.6 Система управления высоким напряжением

Контроллер CR07 содержит ряд схемных узлов, предназначенных для управления формирователем высокого напряжения и контроля его параметров. Блок управления высоким напряжением подключается к контроллеру с помощью разъема СХV.

Опорное напряжение формируется с помощью цифро-аналогового преобразователя, построенного на основе интегрального ЦАПa DD11 и операционного усилителя DA5.3. Десятиразрядный интегральный преобразователь включен в режиме преобразования восьмиразрядного кода (два младших разряда соединены с общим проводом). При диапазоне регулирования напряжения до 125кВ это позволяет устанавливать напряжение с дискретностью 0.5кВ. Уровень опорного напряжения – 6,37В формируется на 15 выводе микросхемы DD11 с помощью нескольких последовательно включенных усилителей постоянного тока. На выводе 21 микросхемы АЦП DD16 присутствует напряжение 2.5В, которое формируется высокостабильным встроенным источником высокого напряжения. Через фильтр R217,С120 это напряжение поступает на инвертирующий усилитель DA5.2. На его выходе формируется опорное напряжение + 5.00В, которое после инвертора, выполненного на операционном усилителе DA4.4 поступает на ЦАП системы накала, а после усилителя DA5.4 — на ЦАП системы контроля высокого напряжения.

Для управления блоком высокого напряжения контроллер формирует два дискретных сигнала: VON — сигнал включения высокого напряжения и VRS — сигнал снятия ошибки. Последний из них является активным при низком логическом уровне и формируется с помощью инвертора микросхемы DD9. Если переключатель J2 установлена в левое по схеме положение, то сигнал VON также имеет активным низкий логический уровень, и высокое напряжение будет включено, когда открыт выходной каскад соответствующего инвертора микросхемы DD9. При переключении переключателя J2 в правое положение выходной сигнал VON поступает на разъем СХV с формирователя на транзисторе VT3. Он представляет собой управляемый транзисторный ключ. Когда сигнал на 8 выводе микросхемы DD9 переключается в низкий логический уровень, ключ открывается и обеспечивает подачу на соответствующий вывод разъема напряжения 7.5В. Выходной ток ключа ограничен резистором R52. Этот режим работы предназначен для непосредственного управления двумя последовательно включенными светодиодами тиристора МТОТО80, который может применяться в качестве коммутатора главной цепи РПУ. Режим включения высокого напряжения индицируется светодиодом VL18.

При возникновении аварии в блоке управления напряжения на вход контроллера VER приходит сигнал низкого логического уровня. При этом включается светодиод VL19, а информация об аварии поступает для обработки в соответствующий регистр ПЛИМ через один из инверторов микросхемы DD9 (сигнал V-ER). Кроме того предусмотрена передача в контроллер кода возникшей аварии с помощью сигналов V1..V3, которые также поступают в ПЛИМ для последующего чтения и программной обработки.

Аналоговые сигналы, пропорциональные величинам анодного и катодного напряжения (VUA и VUK), а так же суммарный сигнал VUT поступают на усилительные каскады DA4.1..DA4.3. Масштабный коэффициент этих контрольных сигналов составляет

1В = 20кВ. После усилительных каскадов они приводятся к такому амплитудному значению, чтобы при измерении с помощью восьмиразрядного АЦП младший разряд соответствовал уровню высокого напряжения в 0.5кВ. На выходах усилителей установлены RC-фильтры, предназначенные для подавления импульсных помех. Выходные сигналы AS13..AS15 поступают на АЦП DD16 для измерения и последующей программной обработки.

Аппаратный контроль уровня высокого напряжения осуществляется с помощью компараторов микросхем DA6..DA8. При превышении сигналом VUT (контрольная точка P5) уровня 1В срабатывает компаратор DA6.1. Его выходной сигнал после фильтрации цепочкой R102,C34 претерпевает двойное инвертирование элементами DA6.2 и DD8.2 и в виде сигнала XRAY поступает на разъем CXC для индикации на пульте управления наличия рентгеновского излучения. Сигнал с контрольной точки P5 поступает так же на два двухуровневых компаратора DA7.1,DA7.2 и DA8.1,DA8.2. Применение двухуровневых компараторов позволяет обрабатывать сигналы переменного напряжения, которые, как правило, формируются в низкочастотных рентгенопитающих устройствах. Двухуровневый компаратор на микросхеме DA7 имеет порог срабатывания 7.2В и предназначен для контроля превышения максимально допустимого напряжения. Его выходной сигнал VMX поступает в ПЛМ для логической обработки схемы блокировок. Другой компаратор, построенный на микросхеме DA8, имеет порог срабатывания около 1В и предназначен для генерации блокировочного сигнала VMN в случае нештатного появления высокого напряжения, например, при пробое коммутатора главной цепи.

2.11.7 Система контроля цепей первичного питания

Система включает в себя четыре буферных масштабирующих усилителя постоянного тока, выполненных на элементах микросхемы DA3. После усиления и низкочастотной фильтрации с помощью интегрирующих RC-цепочек, включенных на выходах усилителей, контрольные сигналы о напряжениях трех фаз питающей сети SUA, SUB и SUC, а также о напряжении на выходе выпрямителя SUF поступают для измерения на входы микросхемы DD10 в виде сигналов AS3..AS6. Какая либо аппаратная обработка этих сигналов в контроллере не предусмотрена. Принятия решений по нештатных ситуациях осуществляет микроконтроллер в соответствии с предусмотренной процедурой контроля.

После выхода в режим готовности блок контроля цепей первичного питания устанавливает низкий логический уровень сигнала SRY, который включает светодиод VL17 и после инверсии на элементе микросхемы DD8 поступает в ПЛМ для обработки системой блокировок в виде сигнала S-RY. При возникновении аварии в блоке, он формирует низкий уровень сигнала SER, который включает светодиод VL16 и далее обрабатывается аналогичным образом.

В ПЛМ содержится регистр управления блоком контроля первичных цепей, расположенный по адресу 9000h, младший разряд которого формирует сигнал S-ON. После инверсии элементом DD8 он поступает на выходной разъем CXS и далее — в блок контроля первичных цепей для управления электромагнитным контактором главной цепи. О включении контактора свидетельствует свечение светодиода VL15. Для снятия аварийных ситуаций, например, срабатывания защиты по потребляемому току, предусмотрен сигнал SRS, который так же формируется на выходе инвертора микросхемы DD8. Иницируется этот сигнал соответствующим разрядом регистра сброса функциональных систем внутри ПЛМ.

2.11.8 Система внешних подключений

Для расширения функциональных возможностей контроллера в нем предусмотрена интерфейсная магистраль, позволяющая устанавливать дополнительные модули. Она включает в себя восьмиразрядную шину данных, восьмиразрядную шину адреса, шину питания, а так же ряд дополнительных проводников, предназначенных для передачи сигналов управления, блокировки и аналоговых сигналов.

Магистраль состоит из четырех разъемов, соединенных между собой параллельно. Регистры-формирователи шин данных, адреса и управления расположены внутри ПЛМ. Для повышения помехозащищенности интерфейса проводники всех шин подключены к источнику питания +5В резисторами с сопротивлением 4.7кОм. Распределение сигналов на контактах магистральных разъемах приведена в таблице 2.11.5. Для адресации к регистрам в составе сменных модулей используются восемь старших разрядов общей шины адреса. В таблице 2.11.2 приведен перечень адресов, задействованных в модуле управления приводами кабины и модуле синхронизации.

Магистраль предусматривает две системные блокировки MB1 и MB2, которые при установке в низкий логический уровень приводят к выключению высокого напряжения. Они используются для запрета выполнения снимка в случаях, если не готова одна из внешних систем, например, не закрыта дверь кабины, не готов цифровой приемник или фотокамера и т. п. С помощью этих сигналов блокировки может быть организован контроль длительности снимка фотоэкспонетром.

Магистральный проводник AS7 предназначен для передачи какого-либо аналогового сигнала с дополнительных модулей на систему измерений для дальнейшего программного контроля. С целью повышения надежности контактных соединений все шины магистрали подключаются к модулям с помощью не менее двух параллельно соединенных контактов.

Таблица 2.11.5 Назначение контактов магистрали внешних соединений

Номер контакта	Наименование сигнала	Назначение сигнала
A1, B1	AS7	магистральная аналоговая шина
A2, B2	AGND	обратный провод аналоговой шины
A3, B3	SGND	экранирующий провод
A4, B4	MB1	магистральная блокировка
A5, B5	MB2	магистральная блокировка
A6, B6	MA8	магистральная шина адреса (младший разряд)
A7, B7	MA9	магистральная шина адреса
A8, B8	MA10	магистральная шина адреса
A9, B9	MA11	магистральная шина адреса
A10, B10	MA12	магистральная шина адреса
A11, B11	MA13	магистральная шина адреса
A12, B12	MA14	магистральная шина адреса
A13, B13	MA15	магистральная шина адреса (старший разряд)
A14, B14	MRS	шина аппаратного сброса
A15, B15	MRD	шина управления, сигнал чтения
A16, B16	MWR	шина управления, сигнал записи
A17, B17	MD0	шина данных (младший разряд)
A18, B18	MD1	шина данных
A19, B19	MD2	шина данных
A20, B20	MD3	шина данных
A21, B21	MD4	шина данных
A22, B22	MD5	шина данных
A23, B23	MD6	шина данных
A24, B24	MD7	шина данных (старший разряд)
A25, B25	DGND	обратный провод цифровых сигналов
A26, B26	-15V	напряжение питания -15В
A27, B27	+15V	напряжение питания +15В
A28, B28	+7.5V	напряжение питания +7,5В
A29, B29	GND	общий провод
A30, B30	+12V	напряжение питания +12В
A31, B31	GN2	общий провод источника напряжения +12В