

3 Программное управление УРП ИЭС-F6

Управление рентгеновским питающим устройством осуществляется с помощью управляющей консоли (пульта или персонального компьютера) по каналу последовательной связи в стандарте RS232. При подключении персонального компьютера в режиме отладки или в штатном режиме работы желательно использовать магистральный усилитель сигналов, роль которого может выполнять блок отладочного интерфейса (АНЖА 38.00.00) или модуль встроенного интерфейса (АНЖА 37.00.00), которые включаются между СОМ-портом компьютера и блоком управления УРП.

Командное управление осуществляется в восьмибитном режиме «0-модема» на скорости 2400 бод без бита паритета с двумя стоповыми битами. Протокол обмена соответствует стандарту предприятия СП ИЭС 04 / 21.10.98 «Линия последовательной связи ЭХО-1».

3.1 Алгоритма работы системы управления УРП ИЭС-F6

3.1.1 Стадии работы системы

О состоянии системы на любом этапе работы можно узнать, подав запрос состояния по линии последовательной связи из программы SMaster, используемой для управления питающим устройством с персонального компьютера. В таблице 1.1 приведены описания всех возможных состояний системы в шестнадцатеричном формате.

Таблица 1.1 Основные стадии работы системы

Стадия	Состояние
00h	Исходное состояние системы — Включен только ист. пит. собств. нужд
02h	Система включена — Замкнут электромагнитный контактор
04h	Идет прогрев катода рентгеновской трубки
08h	Катод разогрет — Система готова к штатной работе (снимку)
0Ah	Подготовка к снимку — Включается по нажатию первого упора кнопки
18h	Система готова к включению высокого напряжения
39h...3Bh	Стадии выполнения снимка
48h	Выполняется постобработка снимка
49h	Выполнение снимка завершено
≥ 80h	В системе возникла ошибка или авария

Переход системы из одной стадии работы в другую происходит по командам, поступающим по последовательной линии связи с персонального компьютера или пульта управления.

3.1.2 Включение системы

При включении системы управления питающим устройством, контроллер системы начинает отвечать на запросы, получаемые по линии последовательной связи. Система находится в исходном состоянии 00h. Производится контроль достоверности конфигурационных данных в микросхеме энергонезависимой памяти. При нарушении контрольных сумм в одном или нескольких банках памяти возникает авария **73** — «Нарушена КС микросхемы памяти». На этой стадии работы включен только источник питания собственных нужд.

При возникновении аппаратных неисправностей в системе генерируется авария, а состояние системы становится равным ≥80h. Номер возникшей аварии может быть получен по команде **01 26** — «Прочитать код аварии системы».

Для включения системы, при нажатии кнопки «Включить» на пульте управления, в систему последовательно передаются две команды.

Первой передается команда **01 4D** — «Включить флюорограф». При выполнении этой команды анализируется значение величины сетевого напряжения на входе контактора. Включение контактора главной цепи возможно только если правильно откалиброваны измерительные каналы для контроля питающей сети и значение входного напряжения находится в пределах допуска. Величина допустимого диапазона напряжений обусловлена значением переменных U_{min} и U_{max} , которые хранятся в энергонезависимой памяти контроллера по адресам 0095h и 0096h соответственно. Если напряжение в норме — система управления переходит на стадию 02h, при этом замыкается контактор главной цепи и на все блоки системы управления подается силовое напряжение ~220В. При неверной калибровке измерительного канала сетевого напряжения, или если значение напряжения сети выходит за пределы допустимого диапазона значений, генерируется одна из двух возможных аварий:

43 — «Значение действующего напряжения сети ниже нормы»;

72 — «Значение действующего напряжения сети выше нормы».

По второй команде **01 47** осуществляется включение поднакала для предварительного прогрева катода рентгеновской трубки. При включении режима поднакала могут возникнуть следующие аварии:

24 — «Не снята блокировка по току накала», если ток накала не включается или его значение ниже порога срабатывания компаратора блокировки;

42 — «Отклонение тока накала выше нормы», если измеренное значение тока накала отличается от установленного более, чем на величину допустимого отклонения, значение которого хранится в энергонезависимой памяти по адресу 0036h в переменной TUPOR.

Если включение режима поднакала произошло успешно, система переходит на стадию работы 04h и осуществляет прогрев катода в течение 20 с. По окончании таймаута система автоматически переходит на стадию работы 08h, что свидетельствует о прогреве катода и готовности системы к штатной работе. При значении стадий работы $\geq 04h$ производится периодический контроль соответствия тока накала установленному и, могут возникнуть аварии **24** — «Не снята блокировка по току накала» или **42** — «Отклонение тока накала выше нормы» (см. выше).

3.1.3 Подготовка системы к выполнению снимка

Для подготовки системы управления к выполнению снимка необходимо установить значения параметров снимка: высокое напряжение, ток трубки и время экспозиции. Система при этом находится в состоянии поднакала, о чем свидетельствует стадия работы системы 08h. Возможна ситуация, когда значения параметров снимка не принимаются системой, выполнить диагностику этой ситуации возможно только при управлении с персонального компьютера, когда на команду **05 03 Uv Ia Eh E1** — «Принять параметры снимка», в качестве ответа передается код ошибки, по причине которой параметры не могут быть приняты системой:

51 — «Значение высокого напряжения выходит за пределы допуска», если значение высокого напряжения выходит за пределы диапазона допустимых значений;

53 — «Значение тока анода выходит за пределы допуска», если значение тока трубки выходит за пределы диапазона допустимых значений;

54 — «Некорректные данные калибровочной таблицы», если в результате расчета обнаруживается нарушение градиента значений кодов накала (левое нижнее значение — минимально, верхнее правое — максимально);

57 — «Значения времени экспозиции выходит за пределы допуска», если значение времени экспозиции выходит за пределы диапазона допустимых значений.

По нажатию первого упора кнопки снимка или по первому нажатию кнопки «Снимок» на пульте управления в систему передается команда **01 49** — «Включить режим подготовки» и система переходит в режим подготовки к снимку на стадию 0AhO включении процесса подготовки свидетельствует включение индикатора желтого цвета в верхней части пульта управления. На этой стадии работы анализируется флаг режима внешней синхронизации FSV, который хранится в модуле энергонезависимой памяти по адресу 4041h. И, если он установлен (FSV=1), проверяется сигнал готовности фотоприемника. Если фотоприемник не готов, процесс подготовки отменяется и устанавливается авария **09** — «Нет готовности фотокамеры». В случае, если фотоприемник готов или флаг внешней синхронизации не установлен (FSV=0), осуществляется разгон анода рентгеновской трубки, включение тока накала заданной величины и закрытие двери кабины флюорографа. Ожидается готовность всех систем и снятие всех блокировок, что является сигналом готовности системы к снимку. На этапе подготовки к снимку могут возникнуть следующие аварийные ситуации:

71 — «Ток разгона анода выше нормы», если измеренный ток статора трубки выше максимально допустимого;

41 — «Ток разгона анода ниже нормы», если измеренный ток статора трубки ниже минимально допустимого, в том числе при обрыве цепи питания статора;

24 — «Не снята блокировка по току накала», если ток накала не включается или его значение ниже порога срабатывания компаратора блокировки;

42 — «Отклонение тока накала выше нормы», если измеренное значение тока накала отличается от установленного более, чем на величину допустимого отклонения, значение которого хранится в модуле энергонезависимой памяти по адресу 0036h в переменной TUPOR.

23 — «Не снята блокировка по разгону анода», если уровень шума РИДа ниже порога срабатывания компаратора.

22 — «Не снята блокировка по закрытию двери», если нет сигнала датчика закрытого положения двери.

21 — «Не снята магистральная блокировка MB2», резервная авария, может возникнуть при использовании дополнительных слотов расширения.

11 — «За контрольное время подготовка не завершена», если за время таймаута подготовки нет готовности всех систем к снимку, но причину идентифицировать не удалось.

При возникновении аварийной ситуации режим подготовки автоматически отменяется и система переходит на стадию 08h. Если все системы находятся в состоянии готовности и все аппаратные блокировки сняты, система переходит на стадию 18h — готовность к включению высокого напряжения. О готовности к снимку свидетельствует изменение цвета индикатора подготовки с желтого на зеленый на пульте управления. При значении стадий работы $\geq 04h$ производится периодический контроль соответствия тока накала установленному и, могут возникнуть аварии **24** — «Не снята блокировка по току накала» или **42** — «Отклонение тока накала выше нормы» (см. выше).

3.1.4 Выполнение снимка

Выполнение снимка становится возможным, только когда успешно выполнена подготовка к снимку, сняты все аппаратные блокировки и система находится на стадии готовности к снимку 18h.

Для включения высокого напряжения необходимо нажать второй упор выносной кнопки выполнения снимка или, второй раз, кнопку «Снимок» пульта управления. При этом в систему управления передается команда **01 4B** — «Включить высокое напряжение». По этой команде система управления переходит на стадию 39h, а также выполняется проверка флага внешней синхронизации видеосистемы FSV, который хранится в модуле энергонезависимой памяти по адресу 4041h.

Если включен режим работы с внешней синхронизацией (FSV=1), то в течение 5с ожидается установка сигнала внешнего разрешения включения высокого напряжения от видеосистемы или фотоприемника. Если в течение этого таймаута подтверждение не получено, включается отмена режима подготовки, генерируется авария **10** — «Нет сигнала синхронизации от видеосистемы» и система управления автоматически переходит на стадию 08h — Катод разогрет.

Если флаг внешней синхронизации не установлен или получено внешнее разрешение экспозиции — включается высокое напряжение. Экспозиция продолжается в течение всего заданного таймаута до его окончания, но может быть прервана досрочно по следующим событиям: при включенном режиме синхронизации видеосистемы — по снятию сигнала внешнего разрешения высокого напряжения; по команде прервать экспозицию — если во время снимка нажата кнопка «Отмена» пульта управления или опущена выносная кнопка выполнения снимка (команда **01 53**).

3.1.5 Постобработка снимка

По окончании снимка по одной из перечисленных выше причин, система переходит на стадию 48h для выполнения постобработки выполненной экспозиции. На этой стадии выполняется сохранение параметров предыдущего снимка и осуществляется увеличение значений системных счетчиков суммарного времени экспозиции и общего количества выполненных снимков.

Далее проверяется состояние триггера защиты по превышению тока ШИМ- регулятора. Если было зафиксировано превышение тока, генерируется авария **13** — «Перегрузка по току ШИМ-регулятора», или **26** — «Экспозиционная доза ниже заданной» — если экспозиция закончилась досрочно по другим причинам, например, из-за превышения максимально-возможного времени экспозиции ШИМ-регулятора. Включается торможение анода рентгеновской трубки, устанавливается режим поднакала катода. Затем, если не включен режим калибровки трубки по току, открывается дверь кабины и система переходит на стадию 49h, ожидая команду подтверждения выполнения снимка. При выполнении постобработки снимка могут возникнуть следующие аварийные ситуации:

70 — «Ток торможения анода выше нормы», если измеренный ток статора трубки выше максимально допустимого;

40 — «Ток торможения анода ниже нормы», если измеренный ток статора трубки ниже минимально допустимого, в том числе при обрыве цепи питания статора;

24 — «Не снята блокировка по току накала», если ток поднакала не включается;

42 — «Отклонение тока накала выше нормы», если измеренное значение тока поднакала отличается от установленного более, чем на величину допустимого отклонения, значение которого храниться в модуле энергонезависимой памяти по адресу 0036h в переменной TUPOR.

При получении команды подтверждения выполнения снимка **01 4С** система переходит на стадию 08h — «Катод разогрет» и ожидает прихода команды включения режима подготовки для выполнения следующей экспозиции.

КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКИМ ПИТАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ IEC-F6

Содержание	Команды			Нормальный ответ	Возможные варианты других ответов
	Дл.	Код	Параметры		
Записать во внутреннее ОЗУ данные D1...D(L-2), начиная с адреса Ad	0L	00	Ad D1... D(L-2)	01 E0	*
Записать данные D1...D(L-4), начиная с адреса Ad=256·Ah+Al адресной стр. Sd	0L	01	Sd Ah Al D1 ... D(L-4)	01 E0	*
Записать байт данных Dt в порт ON (N=0...3)	03	02	ON Dt	01 E0	*
Принять параметры снимка U _v , I _a , E _{xh} , E _{xl}	05	03	U _v I _a E _{xh} E _{xl}	05 83 U _v I _a E _{xh} E _{xl}	*, 02 F0 5x
Записать байт данных Dt в регистр управления по адресу Ad=256·Ah+Al	04	04	Ah Al Dt	01 E0	*
Записать текущ. параметры снимка для стандартного режима: R-режим, P-полнота	02	10	RP	01 E0	*
Передать байт с адреса Ad внутреннего ОЗУ	02	20	Ad	02 A0 Dt	*
Передать 0C байт с адреса Ad внутреннего ОЗУ	03	21	0C Ad	0(C+1) A1 D1 ... D(C)	*
Передать байт с адреса Ad=256·Ah+Al адресной стр. Sd	04	22	Sd Ah Al	02 A2 Dt	*
Передать 0C байт с адреса Ad=256·Ah+Al адресной стр. Sd	05	23	0C Sd Ah Al	0(C+1) A3 D1 ... D(C)	*
Передать байт состояния устройства	01	24		02 A4 St	*
Передать содержимое порта ON (N=0...3)	02	25	ON	02 A5 Dt	*
Передать тип аварии	01	26		02 A6 BR	*
Передать значение счетчика C _n (C _n =0...3)	02	27	C _n	06 A7 D1 ... D5	*
Передать байт с адреса Ad=256·Ah+Al регистров управления	03	2A	Ah Al	02 AA Dt	*
Передать код разработки	01	2E		03 AE D1 ... D2	*
Передать номер версии программного обеспечения	01	2F		02 AF D1	*
Передать параметры стандартного режима снимка: R-режим, P-полнота	02	30	RP	05 B0 U _v I _a E _{xh} E _{xl}	*
Выполнить программный сброс устройства	01	40		01 E1	*
Раскрутить анод трубки	01	41		01 E1	*, 01 FC, 02 F0 BR
Остановить анод трубки	01	42		01 E1	*, 01 FC, 02 F0 BR
Измерить напряжение на аналоговом канале As (As=1...F)	02	43	As	03 C3 Ash Asl	*
Проверить контрольную сумму блока Ah=00...FF внешнего ОЗУ	02	44	Ah	01 E0	*, 01 FC
Обновить контрольную сумму блока Ah=00...FF внешнего ОЗУ	02	45	Ah	01 E0	*
Выключить ток накала	01	46		01 E1	*, 01 FC, 02 F0 BR
Включить режим поднакала	01	47		01 E1	*, 01 FC, 02 F0 BR
Включить режим тока накала с параметром P _n (P _n =256·Nh+NI=000h...7FFh)	03	48	Nh NI	01 E1	*, 01 FC, 02 F0 BR
Включить режим подготовки к снимку	01	49		01 E1	*, 01 F1, 01 FC
Выключить режим подготовки к снимку	01	4A		01 E1	*, 01 F1, 01 FC
Выполнить снимок	01	4B		01 E1	*, 01 F1
Подтвердить выполнение снимка	01	4C		01 E0	*
Включить флюорограф	01	4D		01 E0	*, 01 F1, 01 FC
Включить движение подножки вверх	01	4E		01 E1	*
Включить движение подножки вниз	01	4F		01 E1	*
Выключить движение подножки	01	50		01 E1	*
Включить аварийное открывание дверей	01	51		01 E1	*
Включить подготовку снимка с непосредственными параметрами U _{vc} , I _{nh} , I _{nl} , E _{xh} , E _{xl}	06	52	U _{vc} I _{nh} I _{nl} E _{xh} E _{xl}	01 E1	*, 01 F1, 01 FC
Прервать экспозицию	01	53		01 E1	*, 01 F1
Обнулить байт аварии главной программы	01	54		01 E0	*
Включить закрывание дверей	01	z55		01 E1	*

Приложение 3.2

Таблица ошибок рентгеновского питающего устройства IEC-F6

Код ошибки	Содержание ошибки
01	Нет обмена с системой
02	Ошибка таймаута обмена
03	Некорректная команда
04	Нарушение стадии работы системы
09	Нет готовности фотокамеры
10	Нет сигнала синхронизации от видеосистемы
11	Окончание таймаута процесса подготовки
13	Перегрузка по току МК1
14	Перегрузка по току МК2
15	Перегрузка по току МК1 и МК2
16	Перегрев МК1
17	Перегрев МК2
18	Перегрузка по току и перегрев МК1
19	Перегрузка по току и перегрев МК2
20	За контрольное время НКСф не зарядились
21	Не снята блокировка В8
22	Не снята блокировка по закрытия дверей
23	Не снята блокировка по разгону анода
24	Не снята блокировка по току накалом
25	Нет готовности платы управления накалом
26	Экспозиционная доза ниже заданной
27	Сработала защита по превышению тока трубки
28	Сработала защита по превышению высокого напряжения
29	Включение не возможно до окончания разряда накопительных конденсаторов
30	Аварийное включение контактора главной цепи
31	Сработала защита по превышению тока фаз питающей сети
32	Перекас фаз питающей сети выше нормы
40	Ток торможения анода ниже нормы
41	Ток разгона анода ниже нормы
42	Отключение тока накала выше нормы
43	Значение действующего напряжения сети ниже нормы
70	Ток торможения анода выше нормы
71	Ток разгона выше нормы
72	Значение действующего напряжения сети выше нормы
73	Нарушена КС микросхемы памяти
74	Не снимается напряжение с привода анода