

Управление каналом K500 (зона ответственности ВЭПП-3 от 20-ой оси)

1 Схема элементов канала

Магнитная структура канала K500 от 20-ой оси включает в себя:

- два постоянных диполя M5 и M6 с корректирующими обмотками KM5Z и KM6Z соответственно,
- импульсный септум M7,
- десять импульсных квадрупольных линз L21 – L30,
- два постоянных корректора KZ13, KX14,
- четыре импульсных корректора KZ15, KL25X, KX16, KX17.

С точки зрения управления синхронизацией впуска пучка к каналу также относится инфлектор ВЭПП-3.

Схема размещения элементов канала показана на рис. 1. Кроме магнитных элементов на рисунке обозначены датчики тока пучка (ДТ) и люминофорные пробники (PL).

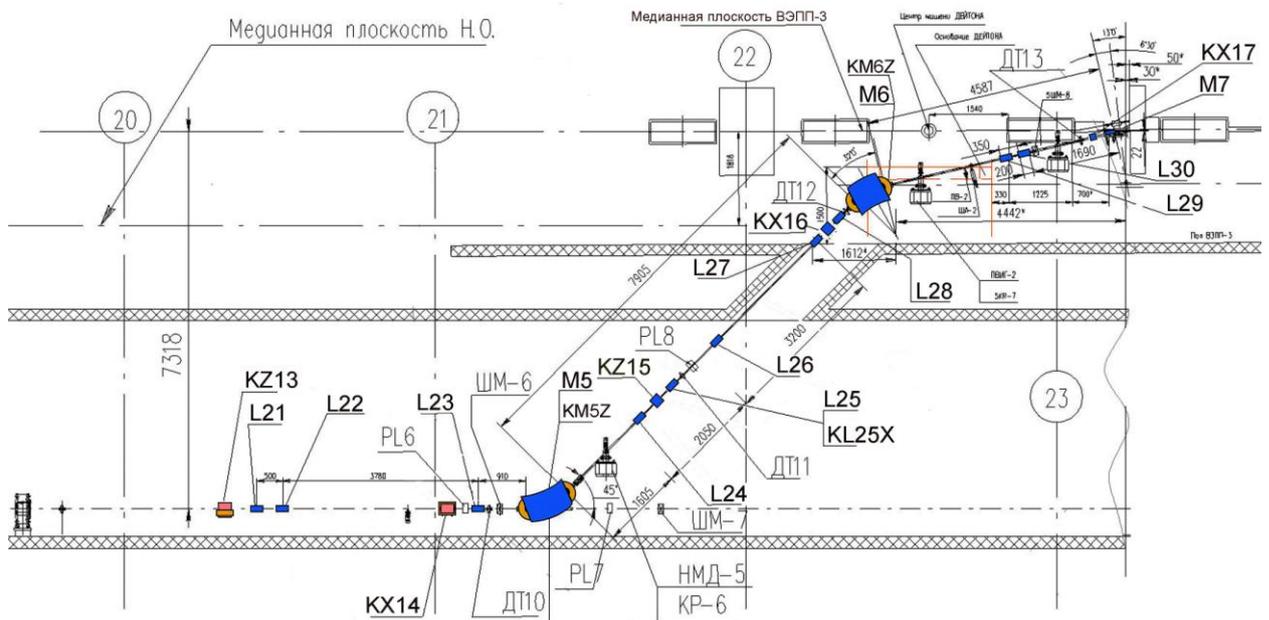


Рисунок 1: Схема канала K500 (от 20 оси).

2 Схема подключения и размещения электроники

Схема подключения управляющей электроники представлена на рис. 2.

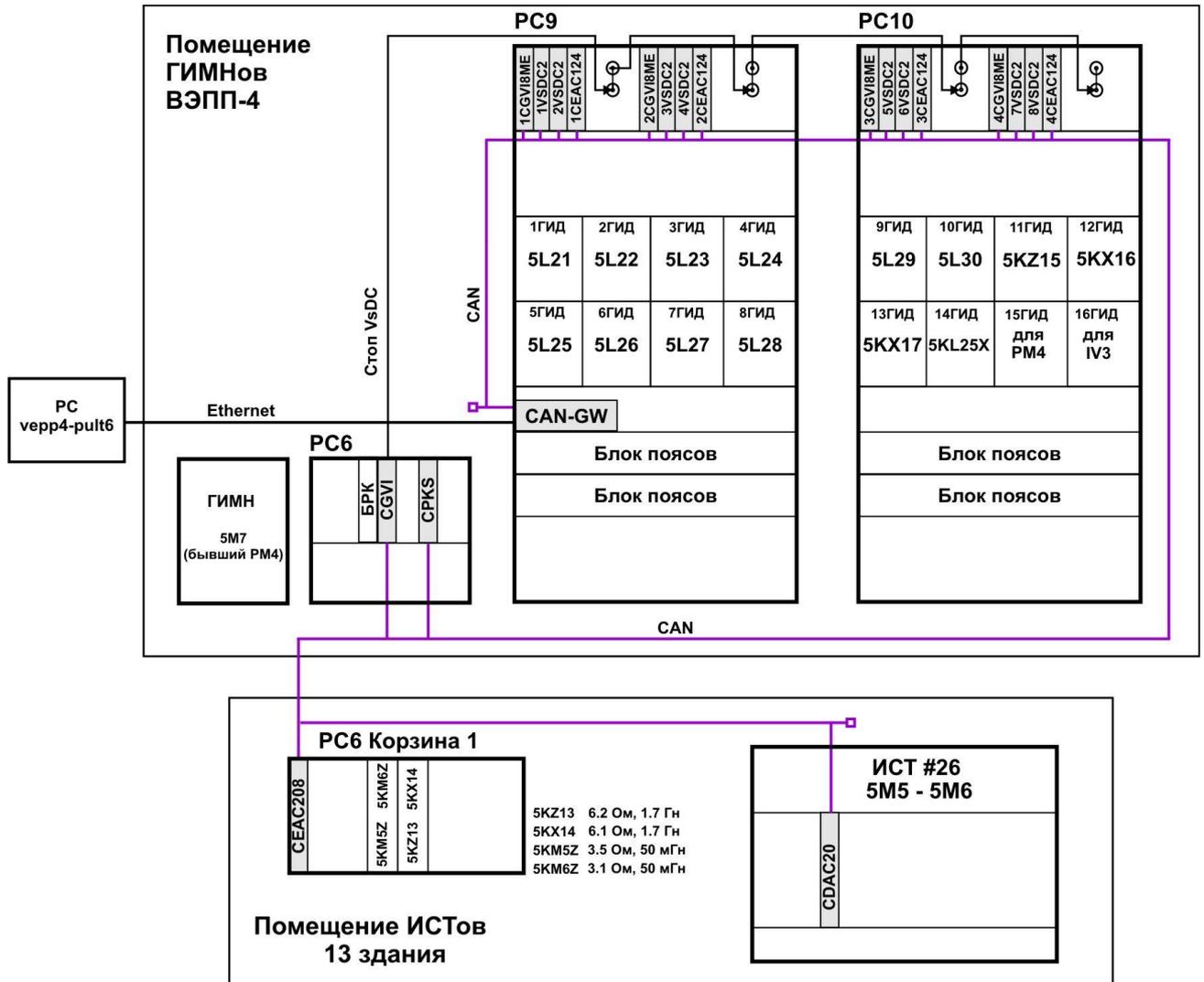


Рисунок 2: Блок-схема управления источниками питания канала транспортировки пучка из НО в ВЭПП-3 (зона ответственности Л1-3 от 20-ой оси).

3 Управление радиостойкой с ГИД-25

3.1 Аппаратура

В радиостойке (см. рис 3) имеется два этажа с импульсными источниками питания ГИД-25. На каждом этаже – по четыре ГИДа.

Электроника для управления стойкой размещается на верхнем этаже в евромеханическом каркасе 3U. Модули расставлены двумя группами, каждая группа (см. рис. 4) управляет одним этажом ГИДов. Одна группа включает:

- CGVI8ME, обеспечивающий задержки запуска ГИДов и VsDC (БИИПов),
- два VsDC, измеряющих величины импульсных токов в нагрузках,
- CEAC124, задающий сигналы опорного напряжения, измеряющий постоянные напряжения и осуществляющий включение/выключение и сброс блокировок ГИДов.



Рисунок 3: Стойка с ГИД-25.



Рисунок 4: Модули для управления одним этажом ГИДов.

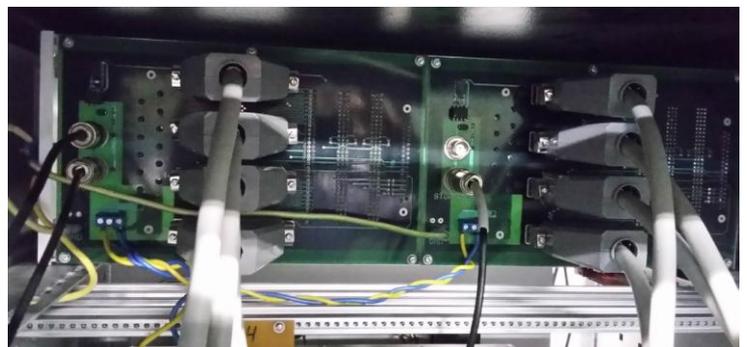


Рисунок 5: Вид на кроссплату сзади.

Для управления каждым ГИДом предусмотрены следующие сигналы:

- опорное напряжение для задания уровня напряжения на батарее (канал ЦАП в СЕАС124),
- задержка запуска ГИДа относительно общего стартового импульса, поступающего от системы синхронизации (канал CGVI8ME),
- задержка запуска VsDC (“старт VsDC”) относительно общего стартового импульса (канал CGVI8ME),
- напряжение на УВХ (устройство выборки/хранения) – это напряжение на батарее, запомненное непосредственно перед срабатыванием ГИДа (канал АЦП в СЕАС124),
- напряжение на батарее Uс (канал АЦП в СЕАС124),
- сигнал от тока, текущего в нагрузку, поступающий с трансформаторного датчика-пояса на вход VsDC,
- бинарный сигнал включения (УР в СЕАС124),
- бинарный сигнал сброса блокировки ГИДа (УР в СЕАС124).

Кроме того, каждый импульс запуска может быть заблокирован с помощью CGVI8ME.

Импульс, останавливающий измерения VsDC (“стоп VsDC”), поступает от системы синхронизации (модуль 1CGVI, выход 0) и должен соответствовать моменту пролета пучка. На обратной стороне кросс-платы (рис. 5) имеется две пары запараллеленных СР-разъемов для подключения сигнала “стоп VsDC”:

- правая пара (вид сзади) – для VsDC верхнего этажа ГИДов,
- левая пара – для VsDC нижнего этажа.

Запараллеленные разъемы используются для удобства коммутации при необходимости передачи сигнала “стоп VsDC” на другое оборудование.

Особенности схемного и конструктивного решения блока ГИД и радостойки требуют тщательной затяжки винтов, прижимающих ГИДы к передней панели стойки. В противном случае из-за взаимных наводок возникают выбросы напряжения на батареях ГИДов, приводящие к соответствующим нестабильностям токов в нагрузках (см. рис 6).

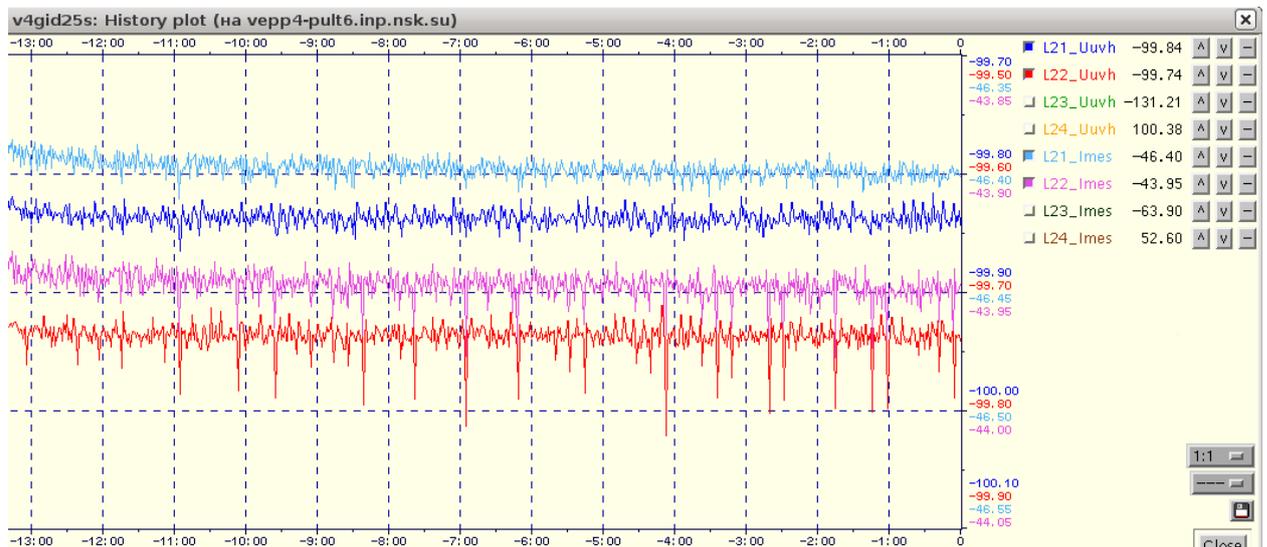


Рисунок 6: Выбросы ~10-3 напряжения и тока на ГИД-25 (L22) при уставке напряжения -100 В.

3.2 Сценарий работы

3.2.1 Работа с ГВИ и внешними запусками

Каждый ГИД срабатывает от импульса запуска, поступающего через бэкплэйн от соответствующего канала задержки ГВИ. После прихода импульса запуска в ГИДе в течение 500 мкс выполняется запоминание напряжения на батарее в УВХ, после чего срабатывает ключ, коммутирующий ток в нагрузку. Т.е., реально ГИД срабатывает через 500 мкс после прихода импульса запуска.

Система запусков подразумевает поступление на стойку двух стартовых импульсов: импульса для запуска ГВИ и следующего за ним импульса “стоп VsDC”, соответствующего моменту пролета пучка. Интервал между этими импульсами не должен быть меньше четверти периода колебаний самого длительного по времени токового импульса + 500 мкс.

В каждый канал ГВИ, задерживающий старт ГИДа, необходимо занести значение, которое обеспечит положение максимума тока в нагрузке в момент пролета пучка с учетом 500 мкс на время запоминания УВХ. Задержка соответствующего импульса “старт VsDC” должна быть примерно на 500 мкс больше, чем задержка для старта ГИДа.

Для правильной работы управляющей программы, которая синхронизируется с циклом работы ГИДов по CAN-пакетам, приходящим от VsDC, обязательно наличие соответствующих импульсов “старт VsDC” и “стоп VsDC”, следующих друг за другом.

3.2.2 Работа с АЦП в SEAC124

К каждому АЦП (с мультиплексором), имеющемуся в модуле SEAC124, подключено 8 измеряемых сигналов, по два от каждого ГИДа. Четыре сигнала, запомненных на УВХ в течение 500 мкс перед срабатыванием генератора, соответствующих напряжениям на батареях ГИДов перед срабатыванием, подаются на первые четыре входа мультиплексора (0 – 3), и еще четыре сигнала напряжений с батареей ГИДов подаются на вторую четверку входов (4 – 7). Программа управления позволяет задавать время интегрирования и выбирать различные режимы работы с АЦП. Три примера режимов работы АЦП приведены ниже:

- а) непрерывно циклически измеряются четыре сигнала (УВХ), характеризующие стабильность напряжения на батареях всех четырех ГИДов (основной режим),
- б) непрерывно циклически измеряются все восемь сигналов,
- в) непрерывно измеряется какой-либо один сигнал (одноканальный режим).

АЦП непрерывно делает измерения и отправляет полученные значения в компьютер. Работа АЦП никак не синхронизирована с работой ГИДов. Для обеспечения возможности измерять напряжение на батарее непосредственно перед срабатыванием генератора используется УВХ. Напряжение на батарее запоминается в УВХ в течение 500 мкс после прихода импульса старта ГИДа и затем сохраняется до прихода следующего импульса старта. Это дает возможность иметь практически постоянный, перезапоминаемый от выстрела к выстрелу сигнал для измерения его в любой момент времени с помощью АЦП.

В программу заложен следующий механизм согласования измерений, обеспечивающий отображение на экране значений УВХ и VsDC, относящихся к одному циклу срабатывания ГИДа. АЦП работает в основном режиме (см. выше), программа циклически получает значения из АЦП. По приходу очередного измеренного значения от VsDC (CAN-пакета), который работает синхронно с ГИДом, программа дожидается прихода второго измерения соответствующего УВХ и выводит его вместе со значением, полученным от VsDC. Таким образом согласуются очередное измерение VsDC (ток в нагрузке) и соответствующее ему измерение УВХ (напряжение на батарее перед срабатыванием ключа). Первое измерение УВХ (после прихода значения от VsDC)

использовать нельзя, т.к. во время выполнения этого измерения могло происходить перезапоминание в УВХ, последовавшее после очередного старта ГИДа.

Для правильной работы механизма согласования измерений УВХ и VsDC должны выполняться, как минимум, два условия:

- 1) измерительный цикл АЦП по всем заданным сигналам должен дважды укладываться в цикл работы ГИДа,
- 2) за время цикла ГИДа напряжение, запомненное на УВХ, не должно спадать на величину, превышающую несколько процентов от требуемой точности отработки ГИДа (в нашем случае это величина порядка 10^{-4}).

Простое измерение напряжения на батарее, не привязанное к циклу работы ГИДа, для управления не используется. Это измерение может оказаться полезным в случае детальной проверки работы генератора. Для этого АЦП (СЕАС124) нужно использовать в одноканальном режиме.

3.3 Распределение каналов аппаратуры для одного этажа ГИДов

СЕАС124

0: УВХ 1 ГИД	4: Uc 1 ГИД
1: УВХ 2 ГИД	5: Uc 2 ГИД
2: УВХ 3 ГИД	6: Uc 3 ГИД
3: УВХ 4 ГИД	7: Uc 4 ГИД

CGVI8ME

0: Старт 1 VsDC:0	4: Старт 1 ГИД
1: Старт 1 VsDC:1	5: Старт 2 ГИД
2: Старт 2 VsDC:0	6: Старт 3 ГИД
3: Старт 2 VsDC:1	7: Старт 4 ГИД

VsDC 0		VsDC 1	
0: Ток 1 ГИД		0: Ток 3 ГИД	
1: Ток 2 ГИД		1: Ток 4 ГИД	

4 Управление септумом и инфлектором

На канале K500 имеется два импульсных устройства, запитанных не от ГИД: импульсный впускной магнит-септум М7 и инфлектор ВЭПП-3 IV3. Оба устройства размещаются во втором (резонаторном) промежутке. Септум-магнит располагается перед резонатором 8 МГц снизу от апертуры ВЭПП-3 в вакуумном объеме, отделенном от вакуумной камеры накопителя фольгой. Пластины инфлектора размещены внутри вакуумной камеры ВЭПП-3 за резонатором 8 МГц внутри квадрупольной линзы 2F2.

Комплектность радиостойки РС10 позволила задействовать две последних позиции ГИДов для запоминания сигналов на батареях генераторов септума М7 и инфлектора IV3 за 500 мкс перед выстрелом, но для этого потребовалось сделать переделку кросс-платы стойки для организации старта и остановки измерений V_sDC , а также модули ГИДов. Переделки кросс-платы отображены на рис. 7.

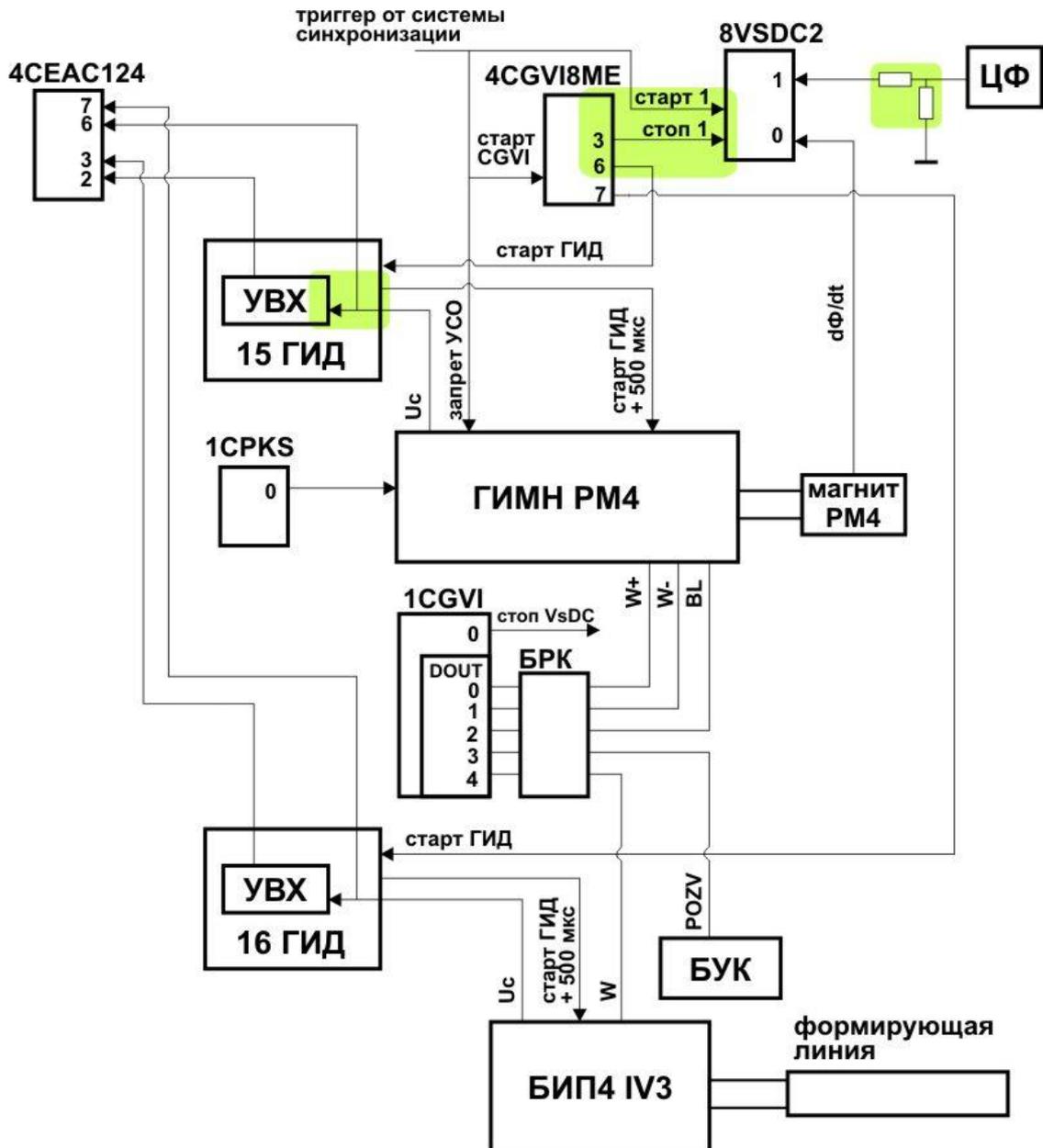


Рисунок 7: Схема сигналов управления септумом М7 и инфлектором, а также измерения сигнала с цилиндра Фарадея. Переделки кросс-платы в РС10 отмечены зеленым цветом.

Модули ГИДов переделаны таким образом, что сигнал на УВХ подается извне через выходной высоковольтный разъем, а сигнал запуска внешнего генератора выходит из модуля через СР-разъем на передней панели спустя 500 мкс после сигнала старта ГИДа.

Для питания септума используется ГИМН-10 (бывший РМ4), расположенный в помещении ГИМНов ВЭПП-4, управление которым осуществляется с помощью следующих модулей:

- СРКС (1СРКС, канал 0 в РС6) генерирует сигнал, подаваемый на блок УСО в ГИМНе РМ4, в котором вырабатывается опорное напряжение;
- 15ГИД, УВХ запоминает напряжение на батарее за 500 мкс перед срабатыванием ГИМНа, в ГИДе также доступно для измерения текущее напряжение на батарее; измерения напряжений выполняется модулем 4СЕАС124, каналы 2, 6;
- СGVI (1СGVI, выходной цифровой регистр, каналы 0, 1) управляет включением высокого напряжения в нужной полярности и блокирует (каналы 2) запуск ГИМНа;
- 4СGVI8МЕ, канал 6 стартует 15ГИД, который ровно через 500 мкс на разъем, расположенный на передней панели, выдает импульс запуска для ГИМНа; в модуле СGVI8МЕ возможна блокировка выходного импульса;
- 4СGVI8МЕ, канал 2 стартует 8VsDC, 0 канал, который оцифровывает сигнал с петли в магните РМ4.

Для питания системы инфлектора IV3 используется импульсный источник БИП (блок импульсного питания), расположенный в РС-02 помещения впуска/выпуска ВЭПП-3. Напряжение БИПа выставляется вручную на передней панели блока. Ввиду краткости импульса тока на пластинах (~ 40 нс) затруднительно делать импульсные измерения токовых сигналов. Для управления системой используются следующие модули:

- СGVI (1СGVI, выходной цифровой регистр, канал 3) управляет включением напряжения БИПа и переключением полярности коммутатора (канал 4);
- 4СGVI8МЕ, канал 7 стартует 16ГИД, который ровно через 500 мкс на разъем, расположенный на передней панели, выдает импульс запуска для БИПа; в модуле СGVI8МЕ возможна блокировка выходного импульса,
- 16ГИД, УВХ запоминает напряжение на батарее БИПа за 500 мкс перед срабатыванием, в ГИДе также доступно для измерения текущее напряжение на батарее; измерения напряжений выполняется модулем 4СЕАС124, каналы 3, 7.

5 Измерение сигнала с цилиндра Фарадея

Для измерения сигнала с цилиндра Фарадея, установленного в конце прямолинейной части канала K500 (см. рис.1) используется 8VSDC2 (канал 1), расположенный в РС10 (см. рис. 2). Для старта этого канала VsDC задействован импульс старта всей системы, а для остановки измерений - 3 канал 4СGVIME. Т.е., для измерения нужно подать сигнал с цилиндра на 1 вход 8VSDC2 и подобрать задержку остановки измерений. Этот канал задержки (8VSDC2, канал 1) соответствует каналу задержки старта измерений для ГИДа номер 16 (см. рис. 7, переделка кросс-платы в РС10).

6 Управление постоянными источниками питания

Для питания четырех постоянных корректоров используется одна корзина с источниками PA-3-2 (Довженко), управление которой осуществляется одним модулем SEAC208. Вид корзины представлен на рис. 8. Корзина размещается в помещении ИСТов 13 здания в РС6.



Рисунок 8: Корзина с источниками питания 3А для постоянных корректоров.

Для питания поворотных магнитов М5 и М6, включенных последовательно друг с другом, используется реверсивный ИСТ (ИСТР), который управляется модулем CDAC20, установленным в вишневой корзине ИСТРа. Для включения, сброса блокировок и регистрации состояния ИСТРа используются каналы выходного и входного цифровых регистров модуля CDAC20.

ЦАПы выдают опорное напряжение, которое обрабатывается источниками питания. Величина выходных токов источников и другие параметры измеряются с помощью АЦП, работа которых никак не синхронизирована с работой канала К500. Поэтому измерять значение тока в постоянных магнитных элементах в момент пролета пучка пока не представляется возможным. Более того, измерительная система, основанная на использовании имеющихся АЦП, из-за особенности их работы в интегрирующем режиме затрудняет обнаружение пульсаций, кратных периодам интегрирования АЦП, которые, в свою очередь, кратны периоду сети 50 Гц.

7 Дополнительные кабели

Для управления каналом K500 дополнительно проложены следующие кабели:

Сигнал	Тип кабеля	Маркировка (откуда – сигнал – куда) ^{*)}
кабели от РС 6 в ПГ		
PM4 W+	КММ-2	ПГ РС6 8 эт. БРК: 1,2 – PM4 W – ПГ PM4 ШР?
PM4 W-		
PM4 BL		
IV3 W		
POZV		
PM4 U	РК-50	ПГ РС6 8 эт. СРКС X1:21,2 – PM4 U – ПГ PM4 ШР1
другие кабели		
Старт CGVI	РК-50	ПГ РС10 1CGVI запуск – 1СРКС запуск – ПГ РС6 1CGVI
Стоп VsDC	РК-50	ПГ РС6 1CGVI:0 – VsDC стоп – ПГ РС10 кросс-плата
PM4 T	РК-50	ПГ РС10 ГИД 15 (PM4) запуск – PM4 T – ПГ PM4 ШР3
TZIV	РК-50	ПГ РС10 ГИД 16 (IV3) запуск – TZIV – В/В РС-02 4 эт. БИП4 (IV3)
HM7	РК-50	ВЭПП-3 (2 пром.) коммут. коробка 5М7 - ПГ РС10 8VsDC:0
SV NO-V4	КММ-2	РП КС31 клеммник (19,20) – перекл.сведения – РП РС13 БСЧ (7,1)
SV NO-V4	витая пара	РП КС31 3 эт. 6УР:14 (9Б,9А) – перекл.сведения – РП КС31 клеммник (19,20)
высоковольтные кабели (до 1000 В) для измерения напряжения за 500 мкс до запуска		
PM4 Uc	РК	ПГ РС10 ГИД PM4 выход – PM4 Uc - ПГ PM4
IV3 Uc	РК	ПГ РС10 ГИД IV3 выход – IV3 Uc - В/В РС-02 4 эт. БИП4 (IV3)

^{*)} – на противоположном конце провода кабель маркировать зеркально

8 Синхронизация

Сокращения:

PV – переменная в среде EPICS, доступная по сети через протокол Channel Access

НО – накопитель-охладитель

ИК – инжекционный комплекс

БПП – блок привязки перепуска на ВЭПП-3

КО – кросс оптический, передатчик оптических сигналов, через который идет передача/прием сигналов по оптике между ИК и ВЭПП-3

БСИК – блок синхронизации с инжекционным комплексом, принимает сигналы по оптике от КО и вырабатывает импульсы частоты 8.5 кГц и стартовые импульсы для запуска систем на ВЭПП-3. Сейчас используется временка

БСЧ – блок сведения частот

Д-16 – блок, используемый на ИК для генерации различных задержанных импульсов

ГВИ – CGVI8ME, 8-ми канальный генератор задержки импульса с дискретностью от 0.1 мкс, выполненный в формате евромеханики 3U с интерфейсом CAN

ГЗИ – ГЗИ-11, 2-х канальный генератор задержки импульса с дискретностью 0.2 нс, выполненный в формате КАМАК

8.1 Перепуск пучка из накопителя-охладителя в ВЭПП-3

Когда требуется накопить пучок, ВЭПП-3 пишет в соответствующее PV запросы: например, "нужны позитроны" (чтобы ИК мог заранее подготовиться), "готов принимать позитроны" (когда требуется инжекция), "инжекция не нужна" (когда инжекция не требуется вовсе). Софт ИК видит этот статус и, если есть возможность, выдает разрешение на выпуск пучка в сторону ВЭПП-3, также обозначив свой статус в соответствующем PV, чтобы ВЭПП-3 мог видеть, что делается.

У ИК есть собственный стартовый импульс (назовем его для определенности "старт выпуска"), от которого запускаются его импульсные системы с целью выпустить пучок. Старт выпуска генерируется блоком Д-16 при появлении разрешения на выпуск и жестко привязан к частоте 8.5 кГц ($8.53818 \text{ кГц} = 10937.41 \text{ кГц} / 1281$, где 10937.41 кГц – частота обращения пучка в НО). Помимо прочего, старт выпуска подается на оптическую систему передачи импульсов на ВЭПП-4. В настоящий момент система устроена так, что старт выпуска, сгенерированный в блоке Д-16 от очередного импульса частоты 8.5 кГц будет послан через оптическую систему (КО) на ВЭПП-4 по приходу очередного импульса 8.5 кГц с пропуском одного импульса (см. рис. 9). Задержка срабатывания дефлектора на ИК вырабатывается с помощью блока Д-16 методом подсчета нужного числа периодов 8.5кГц плюс некая добавка, учитывающая время срабатывания генераторов, задержек в кабелях и т.п.

На рис. 9 изображена диаграмма импульсов синхронизации, отражающая принцип синхронизации пучков ИК и ВЭПП-3. В настоящий момент на ВЭПП-4 работает временный вариант блока БСИК, и не реализована передача частоты 8.5 кГц с ИК на ВЭПП-4. Между установками передается только лишь импульс старта выпуска для привязки запуска элементов канала перепуска.

Импульс "старт выпуска", сгенерированный в блоке БСИК на ВЭПП-3, назовем для определенности "старт впуска". Старт впуска запустит ГВИ, от которых с заданными задержками запустятся импульсные элементы канала транспортировки.

Есть условие: из-за необходимости подачи предварительного запуска на генератор импульса впускного септума ВЭПП-3 (PM4), пучок должен быть выпущен из НО не ранее 5 мс после появления импульса "старта впуска". Интервал времени между стартом впуска

и впуском задается N периодами частоты 8.5 МГц. Например, N может быть выбрано 50 (см. рис. 9), что составит задержку 5.85 мс.

И есть еще одно условие: импульсы старт впуска, сгенерированные в блоке БСИК не должны появляться чаще 1 Гц.

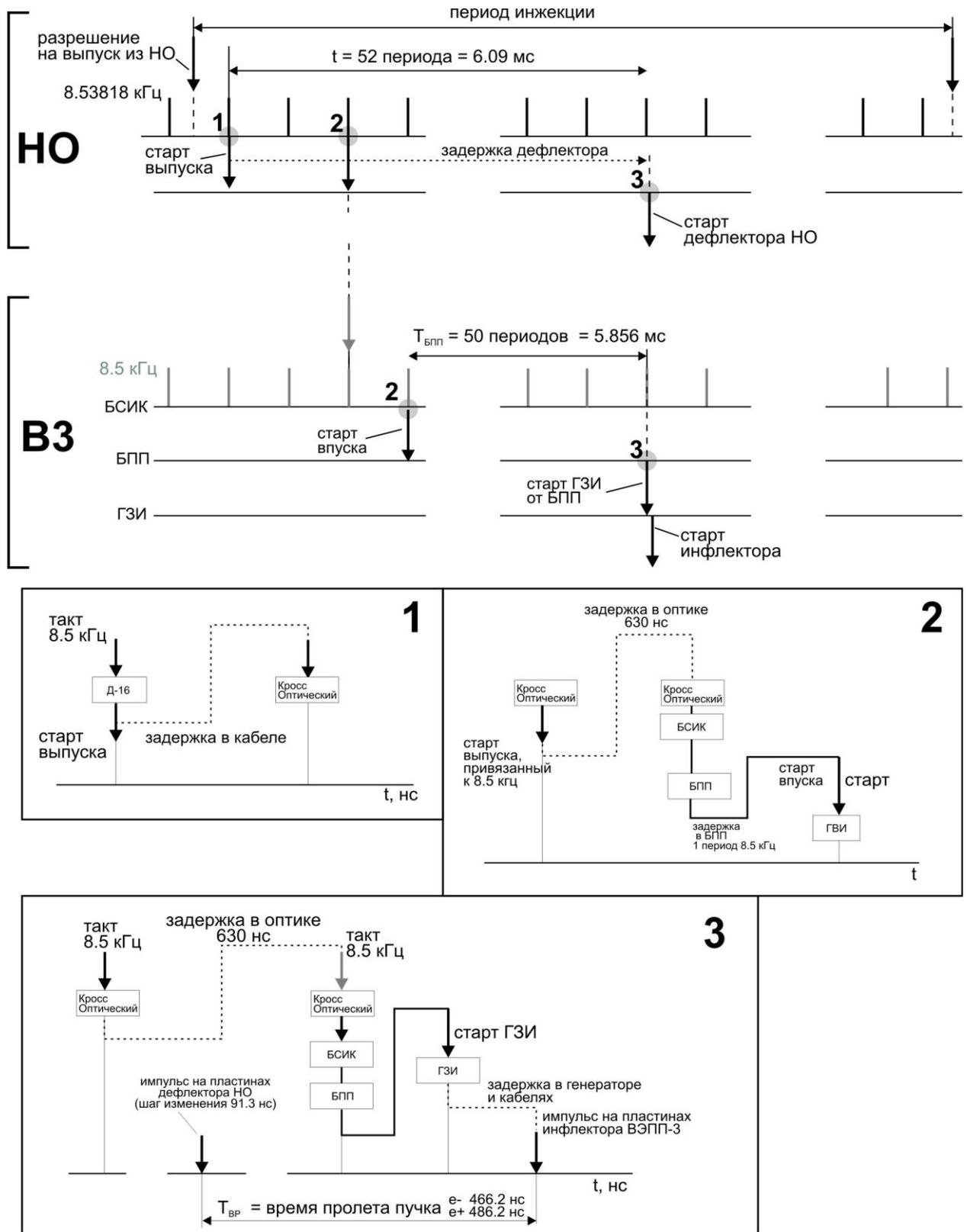


Рисунок 9: Диаграмма синхронизации работы ИК и ВЭПП-3.

В БПП импульс “старт впуска” запустит счетчик, который отсчитает N-1 периодов частоты 8.5 кГц, после чего по приходу очередного импульса 8.5 кГц выдаст второй импульс для запуска ГЗИ, назовем его “старт ГЗИ”. От ГЗИ запустятся инфлектор ВЭПП-3 и системы “быстрой” диагностики пучка. В настоящий момент эта часть процесса синхронизации (рис. 9, секция 3) пока не реализована.

Интервал времени между импульсами “старт впуска” и “старт ГЗИ” необходимо измерять с точностью, определяемой точностью регулировки задержки импульсных магнитов (0.1 мкс). Это нужно делать для отслеживания случая возможного изменения частоты ВЧ на ВЭПП-3 и, соответствующего этому изменению делителей частот задающих генераторов как для НО, так и ВЭПП-3. Такое изменение потребует внесения поправок в задержки стартов всех устройств. Поправку можно делать, изменяя задержку старта остальных ГВИ относительно старта впуска с помощью “буферного” ГВИ (рис. 9, секции В3 и 2).

Нужно отслеживать интервал между срабатываниями дефлектора НО и инфлектора ВЭПП-3 (интервал $T_{ВР}$ на рис.9, секция 3), т.к. времена срабатывания и того и другого устройства по разным причинам могут изменяться. Длины путей пучков от дефлекторов НО до инфлектора ВЭПП-3 и времена пролета $T_{ВР}$ приведены в таблице:

	Длина канала, м	Время пролета $T_{ВР}$, нс
Электроны	139.86	466.2
Позитроны	145.85	486.2

8.2 Синхронизация ВЧ

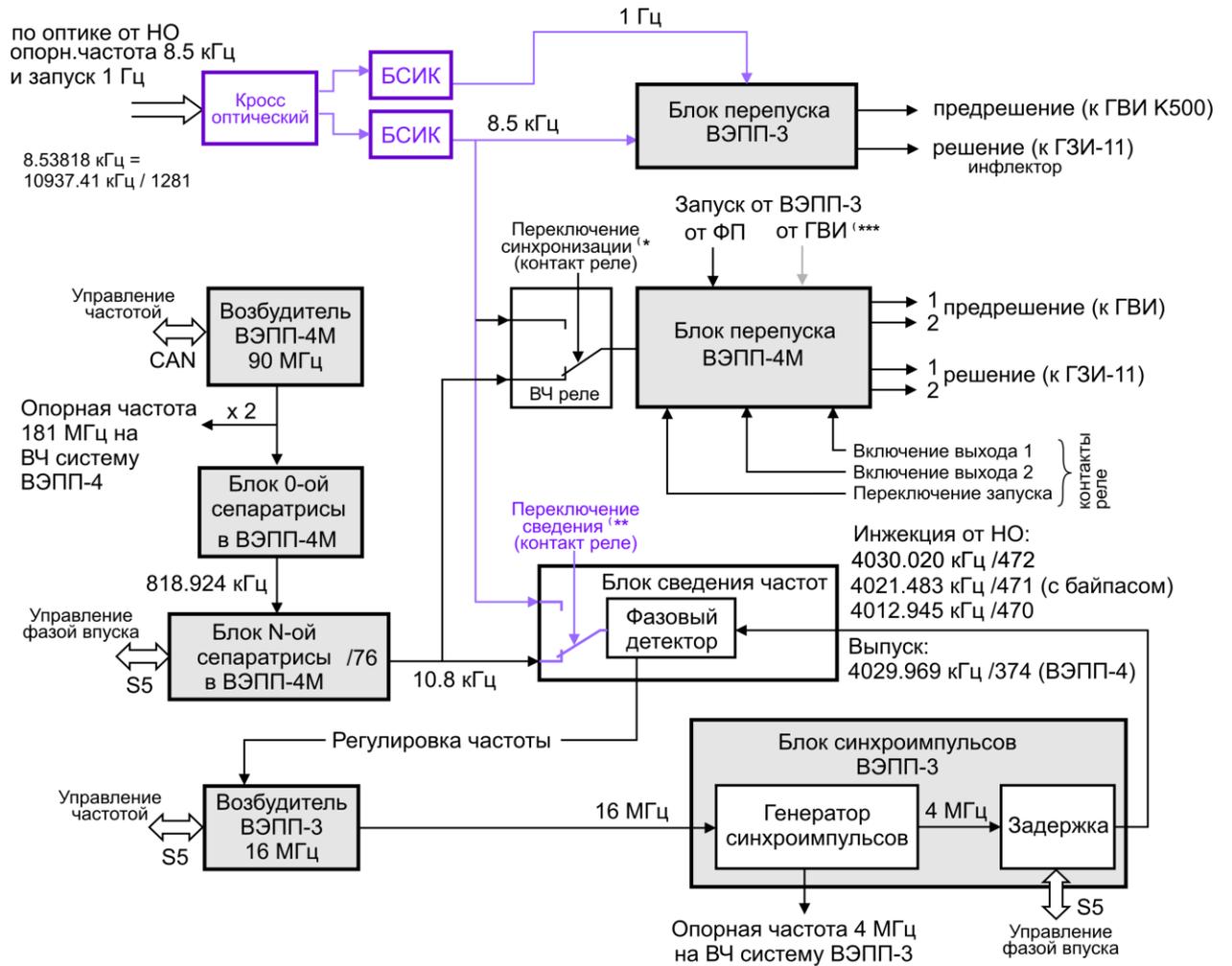
Для привязки всех ВЧ-систем комплекса и для синхронизации ВЧ ВЭПП-3 с ВЧ НО используется старая схема, с небольшой переделкой, включающей:

1. Введение двух блоков БСИК (рис. 10), вырабатывающих реперные импульсы для привязки частоты ВЧ ВЭПП-3 (8.5 кГц) и импульс старта впуска. Импульсы частоты 8.5 кГц и импульс старта приходят по многожильному оптическому кабелю с ИК на блок КО (кросс оптический). С блока КО по оптическим кабелям сигналы поступают на модули БСИК.
2. Введение в БСЧ возможности переключения привязки ВЧ ВЭПП-3 с 8.5 кГц от НО на 10 кГц от ВЭПП-4.

Эти изменения выделены фиолетовым цветом на схеме синхронизации ВЧ (рис.11).



Рисунок 10: Новые блоки синхронизации в РС14 (4 этаж).



- (* - переключение привязки запусков для обеспечения возможности ударов по пучку в ВЭПП-3 дефлектором в процессе накопления и ускорения
- (** - переключение сведения частоты обращения в ВЭПП-3 либо для инжекции (с частотой НО) либо для выпуска (с частотой ВЭПП-4)
- (*** - автономный запуск без ИК

Рисунок 11: Схема синхронизации ВЧ на комплексе ВЭПП-4.

9 Программное обеспечение (ПО)

9.1 Структура ПО

На ИК серверное ПО базируется на CX и EPICS. Программы для управления НО и каналом транспортировки K500 в основном реализованы на базе CX с использованием для отображения и ввода фреймворка Motif. Для обмена данными между CX и EPICS используется тулинг русх4, разрабатываемый Ф.Емановым: <https://github.com/femanov>.

Для управления новым оборудованием и, в целом, для обновления системы управления ВЭПП-4 предполагается широкое использование EPICS и всего подходящего инструментария, базирующегося на нем или имеющего с ним интерфейс. В первую очередь это CSS для создания графических окон ввода/вывода и язык Python.

Перечень базовых инструментов:

	ИК	ВЭПП-4
работа с аппаратурой (серверный уровень)	CX, EPICS	EPICS, CX
ввод/вывод данных и графики	Motif, MEDM	CSS
написание программ	C, C++, Python, Qt, PyQt, ...	C++, Qt, Python, Qt, PyQt, ...

Т.к. для управления K500 используется CX, то необходима разработка системного сервиса, который бы транслировал данные из CX в EPICS и обратно. Этот сервис, в первую очередь, необходим для обмена данными между системами управления ВЭПП-4 и ИК для обеспечения взаимодействия установок НО и ВЭПП-3. Предполагается разработать сервер, который будет функционировать на ВЭПП-4 и синхронизировать изменения соответствующих данных в CX и EPICS (см. рис. 12). Для его разработки возможно использование русх4. Также нужно разработать CX-сервер (cx_v4data) для представления данных о состоянии комплекса ВЭПП-4 в формате CX.

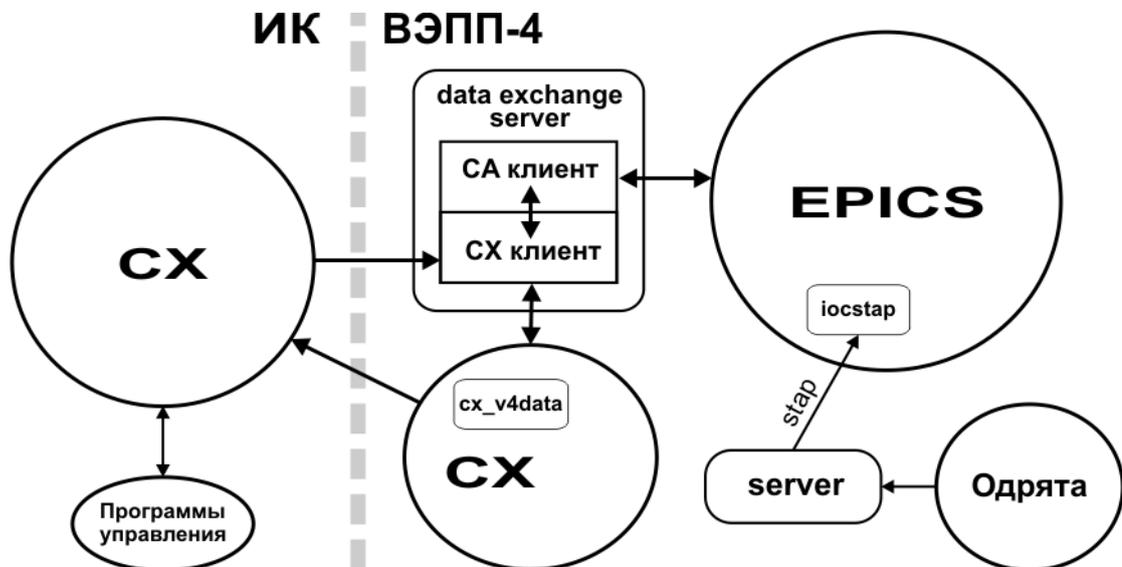


Рисунок 12: Обмен данными между CX и EPICS.

9.1 Мониторинг состояния элементов

Экран будущего монитора элементов канала показан на рис. 13. Кроме магнитных элементов на рисунке обозначены датчики тока пучка (DT) и люминофорные пробники (PL).

Состояние элемента обозначается цветом: зеленый – хорошо, желтый – отклонение, красный – недопустимое отклонение. Посмотреть текущее состояние и задать управление можно левым кликом мыши. Для люминофорных пробников цвета обозначают: зеленый – выведен на концевике, синий – неопределенное состояние, красный – введен на концевике.

Для магнитных элементов и инфлектора предусмотрена сигнализация о произошедшем отклонении, после которого ситуация восстановилась. На обозначении элемента останется кружок, окрашенный в соответствующий цвет (см. рис. 11, L26). Посмотреть произошедшую ситуацию можно левым кликом мыши, сбросить сигнализацию – правым.

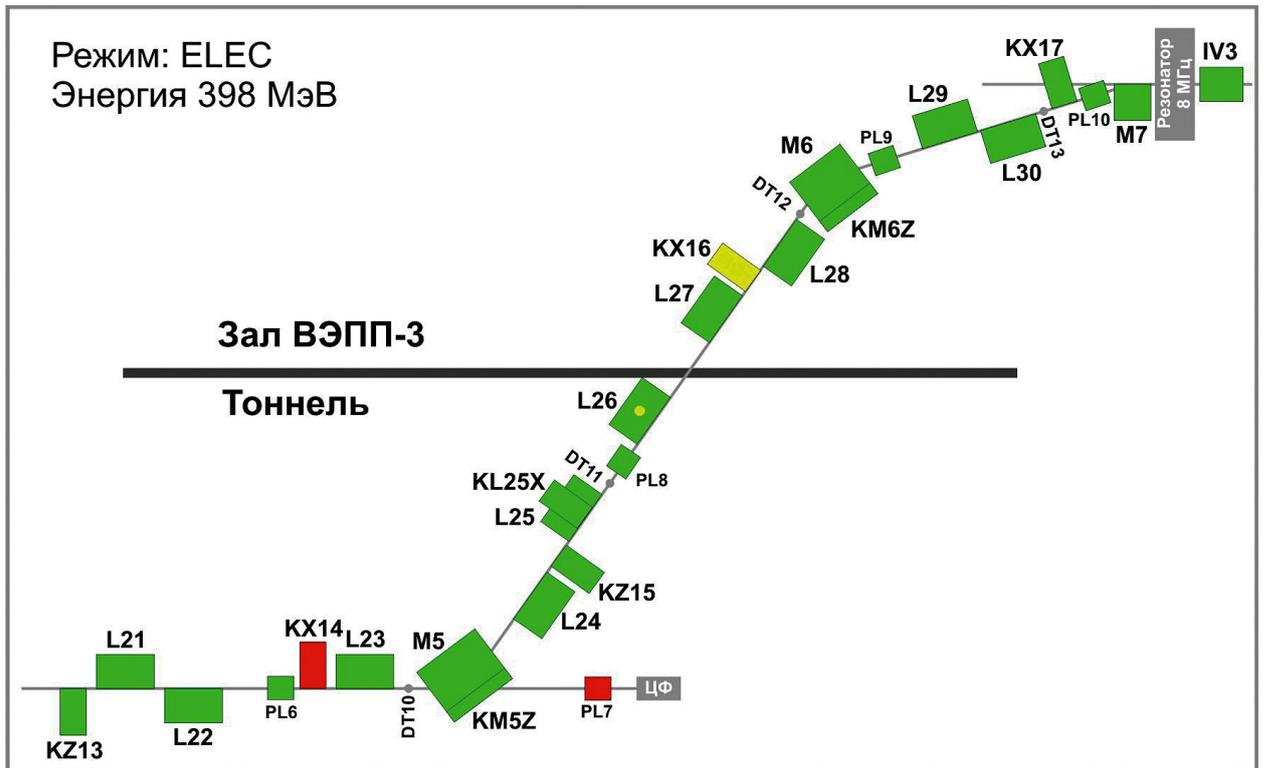


Рисунок 13: Экран монитора элементов канала K500.