

Дистанционное управление высоковольтными источниками питания

ООО «ПАРАМЕРУС»

В статье рассматривается система дистанционного управления высоковольтными источниками питания с оптической развязкой, ориентированная на повышение электробезопасности и помехоустойчивости. Описывается программное обеспечение для управления источниками питания, с указанием основных параметров и особенностей.

Андрей Руцкой, к. т. н.

Михаил Моисеев

Леонид Кисляк

Дмитрий Уколов

info@paramerus.com

При дистанционном управлении высоковольтными источниками питания ключевыми требованиями являются обеспечение безопасности пользователя при эксплуатации и возникновении внештатных ситуаций и поддержание устойчивости канала управления к помехам. Известно, что на качество связи существенное влияние могут оказывать кондуктивные и электромагнитные наводки, вызванные переходными процессами как в самом высоковольтном источнике питания, так и от подключенного к нему оборудования.

Для обеспечения надежной и бесперебойной связи, а также выполнения указанных требований используется оптомодуль, реализующий оптическую развязку между высоковольтной частью и управляющей электроникой. Такое решение значительно уменьшает влияние силовой части на сигнальные

цепи и предотвращает паразитные токи по цепям заземления в управляющий модуль. Передача сигналов осуществляется по оптоволоконной линии связи, исключая гальваническую связь между источником питания и управляющей аппаратурой, максимальная длина линии составляет 100 м. Электрическая прочность изоляции между оптомодулем и высоковольтным источником составляет более 100 кВ. Внешний вид оптомодуля представлен на рис. 1.

Конфигурация управляющих интерфейсов зависит от типа оптомодуля (ОПТМ1, ОПТМ2, ОПТМ3, ОПТМ4), а описание приведено в таблице 1. Поддерживаемые интерфейсы: RS-232, RS-485, Ethernet, USB-B, DA-15, DA-25, DA-50. Питание оптомодуля ОПТМ1 происходит от обычного блока питания с выходом +5 В или USB-разъема от ПК, пита-

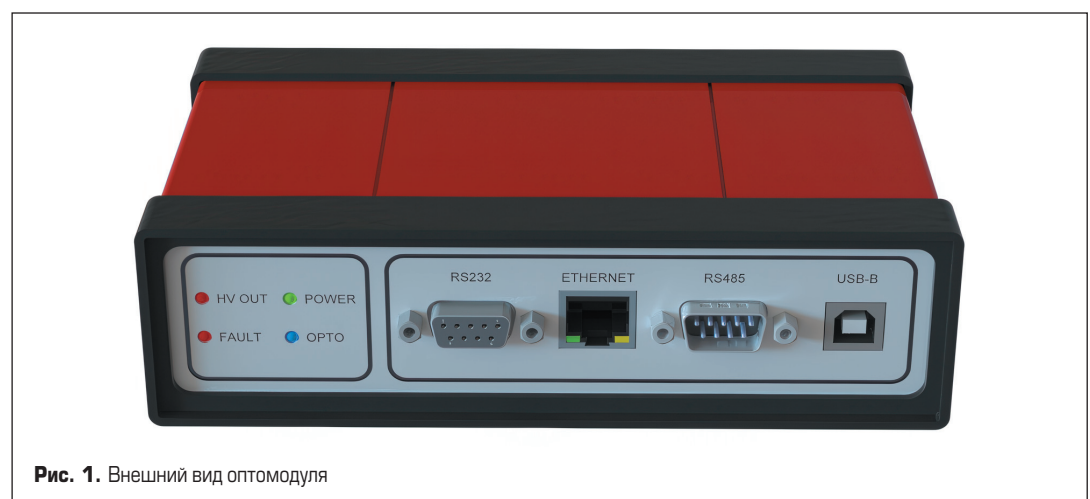


Рис. 1. Внешний вид оптомодуля

Таблица 1. Конфигурации оптомодуля

Наименование	Описание	Изображение
Оптомодуль		
OPTM1	RS-232 ETHERNET RS-485 USB-B	
OPTM2	RS-232 ETHERNET DA-25	
OPTM3	RS-232 ETHERNET DA-15	
OPTM4	RS-232 DA-50	

ние оптомодулей OPTM2, OPTM3, OPTM4 — от сети 220 В.

Комплект интерфейсов покрывает все потребности заказчиков компании. DA-15, DA-25, DA-50 — это аналоговые интерфейсы, для которых реализованы такие возможности, как мониторинг параметров (тока и напряжения) выходных каналов, задание выходных токов и напряжений, индикация защит, блокировки и прочее. Распиновка может быть пин-совместимой с Spellman/Wismann для замены уже интегрированных источников в систему управления заказчика.

RS-232, RS-485, Ethernet, USB-B — цифровые интерфейсы управления, которые поддерживают стандартные протоколы передачи данных Modbus RTU и Modbus TCP, позволяющие осуществлять полноценное управление источником питания и получать данные с мониторов выходных параметров (тока и напряжения), считывать возможные

ошибки, получать дополнительные данные со счетчиков, интегрировать устройства в SCADA-системы без дополнительных преобразователей, минимизируя время ввода в эксплуатацию. Типовая схема подключения изображена на рис. 2.

Также возможна адаптация протоколов связи иностранных производителей Spellman, Wismann для интеграции источники питания ООО «ПАРАМЕРУС» в систему управления заказчика.

Для удаленного управления источниками питания и генераторами посредством ПК разработано специализированное программное обеспечение (ПО) с графическим интерфейсом пользователя. Интерфейс ПО зависит от типа подключенного источника питания и от этого зависят отображаемые параметры и доступные настройки. На рис. 3 отображен интерфейс управления для высоковольтного источника питания серий SHVLP/SHVHP/L-

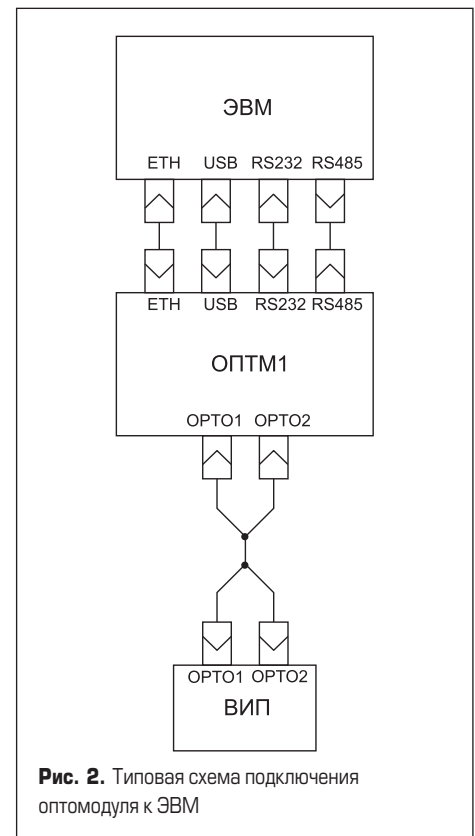


Рис. 2. Типовая схема подключения оптомодуля к ЭВМ

HVLP-UN/THVLP с функцией горячей смены полярности (RPR/RPF). Главный экран разделен на три раздела: «Инфо», «Мониторинг» и «Установки».

Раздел «Инфо» содержит статус подключения источника питания: «работает», «выключен» и «ошибка». Кроме буквенного обозначения каждый из статусов дополнительно сопровождается цветовым выделением. Статус «работает» дополнительно отображает, в каком режиме регулирования находится источник питания: режим стабилизации по напряжению (CV) или режим стабилизации по току (CC). Кроме отображения в статусе подключения источника в разделе отображается статус, что напряжение питания (PGOOD) соответствует установке, и служебная информация.

Раздел «Мониторинг» содержит действующие значения тока, напряжения и мощности, отображаются графики изменения этих параметров в реальном времени.

Раздел «Установки» содержит/задает как основные параметры источника питания (напряжения и тока), так и временные параметры скорости нарастания и спада напряжения от 0 до номинального значения. Кроме задания параметров в данном разделе есть возможность запрограммировать изменение данных параметров с течением времени, о чем будет сказано далее.

На рис. 4 показан интерфейс управления для высоковольтного рентгеновского источника питания ХНВНР, по своей структуре он подобен рассмотренному ранее.

Кроме статуса подключения источника питания в первом разделе добавлены отдельные статусы для каждого из выходных каналов: «Накал», «ВВ-канал». Второй раздел отображает данные и графики для каждого канала.

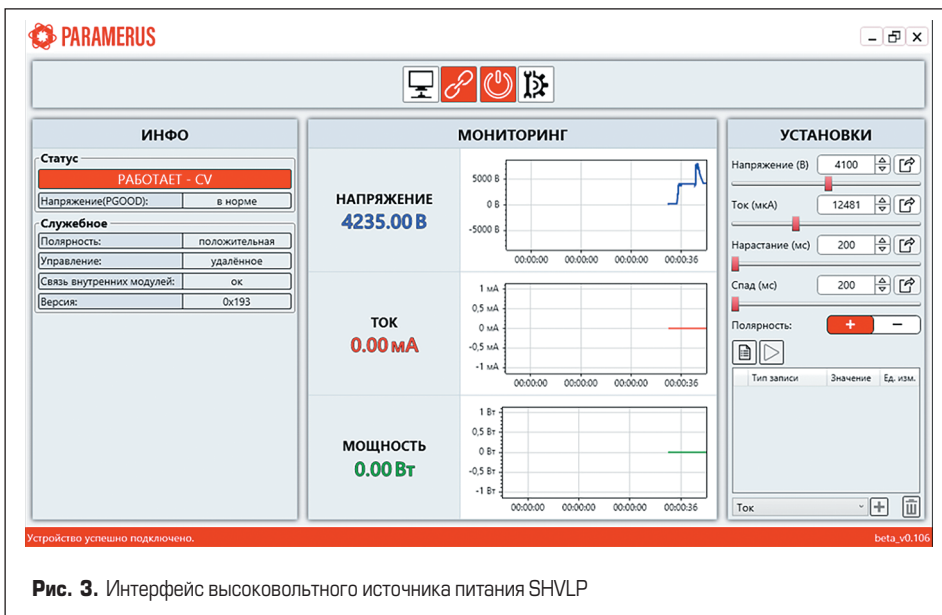


Рис. 3. Интерфейс высоковольтного источника питания SHVLP

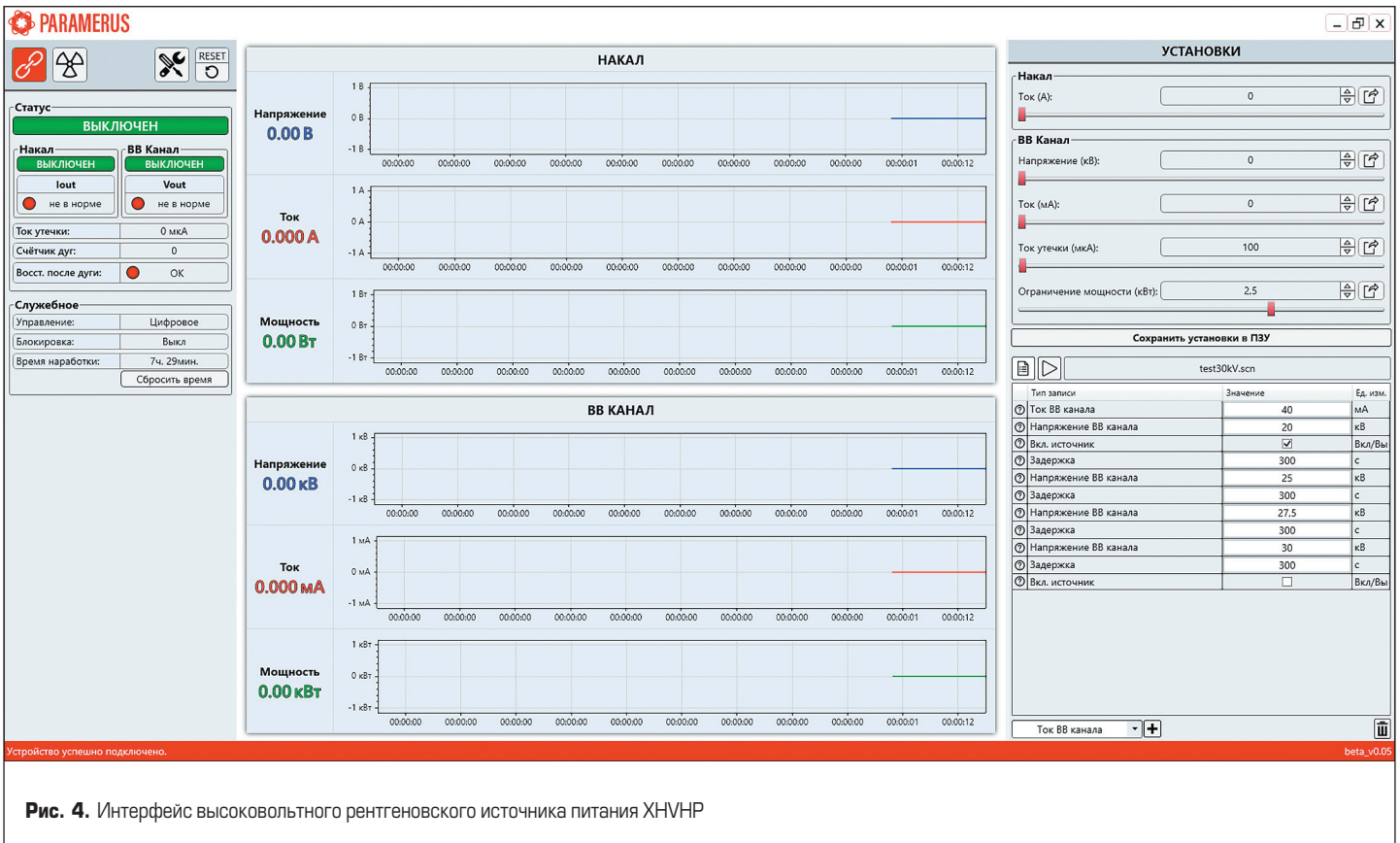


Рис. 4. Интерфейс высоковольтного рентгеновского источника питания XHVHP

В Разделе «Установки» для рентгеновских источников задаются параметры:

- «Ток накала» — выбирается максимальный ток нити накала рентгеновской трубки.
- «Напряжение (ВВ-канал)» — регулировка напряжения высокого напряжения, поданного на анод/катод рентгеновской трубки.
- «Ток (ВВ-канал)» — регулировка тока эмиссии рентгеновской трубки.
- «Ток утечки (ВВ-канал)» — выбирается максимальный ток утечки рентгеновской трубки, при превышении которого будет отображаться ошибка.
- «Ограничение мощности» — выбирается максимальная мощность, которая может быть подана анод/катод рентгеновской трубки. При превышении установленной мощности, источник питания выключится с указанием соответствующей ошибки.

Кроме того, в разделе приведен пример программирования изменения выходных параметров с течением времени. Для программирования доступны параметры из раздела «Установки» и состояния «вкл./откл.» источника питания. В графе «Тип записи» можно выбрать требуемый параметр и его значение. Далее задается «Задержка», под задержкой понимается время, в течение которого будут воспроизводиться ранее заданные параметры, до выполнения следующей строки.

Интерфейс раздела настроек для высоковольтных рентгеновских источников питания изображен на рис. 5.

- В разделе «Накал» задаются параметры:
- «Время нарастания и спада тока (А/с)» — регулировка скорости нарастания/спада тока нити накала.
- В разделе «ВВ-канал» задаются параметры:
- «Время нарастания и спада напряжения (кВ/с)» — регулировка скорости нарастания/спада высокого напряжения, поданного на анод/катод рентгеновской трубки.
 - «Время нарастания и спада тока (мА/с)» — регулировка скорости нарастания/спада тока, проходящего через анод/катод рентгеновской трубки.
 - «Время удержания тока в момент включения (с)» — регулировка времени, необходимой для режима предварительного прогрева рентгеновской трубки.
 - «Процент удержания ramпы тока в момент включения (%)» — регулировка значения тока в режиме предварительного прогрева рентгеновской трубки в процентах от значения уставки тока эмиссии.

- «Ограничение счетчика дуг» — выбирается максимальное количество непрерывно зарегистрированных дуг, при превышении которого будет отображаться ошибка.
- «Время сброса счетчика дуг после последнего пробоя (с)» — регулировка времени после возникновения дуги, при котором счетчик дуг сбрасывается в 0.
- «Время восстановления после пробоя (мс)» — регулировка задержки подачи высокого напряжения на рентгеновскую трубку после гашения дугового разряда.

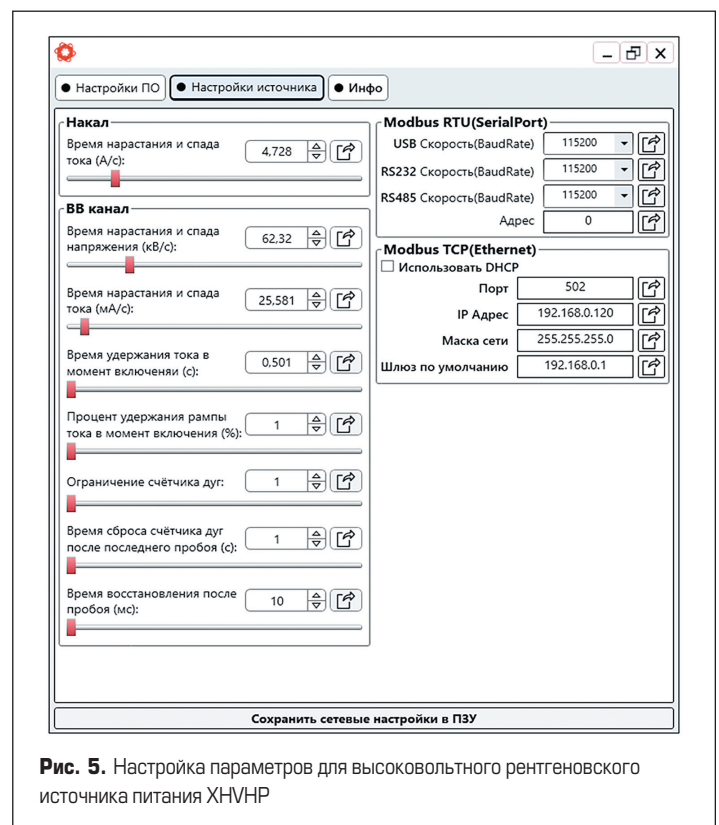


Рис. 5. Настройка параметров для высоковольтного рентгеновского источника питания XHVHP

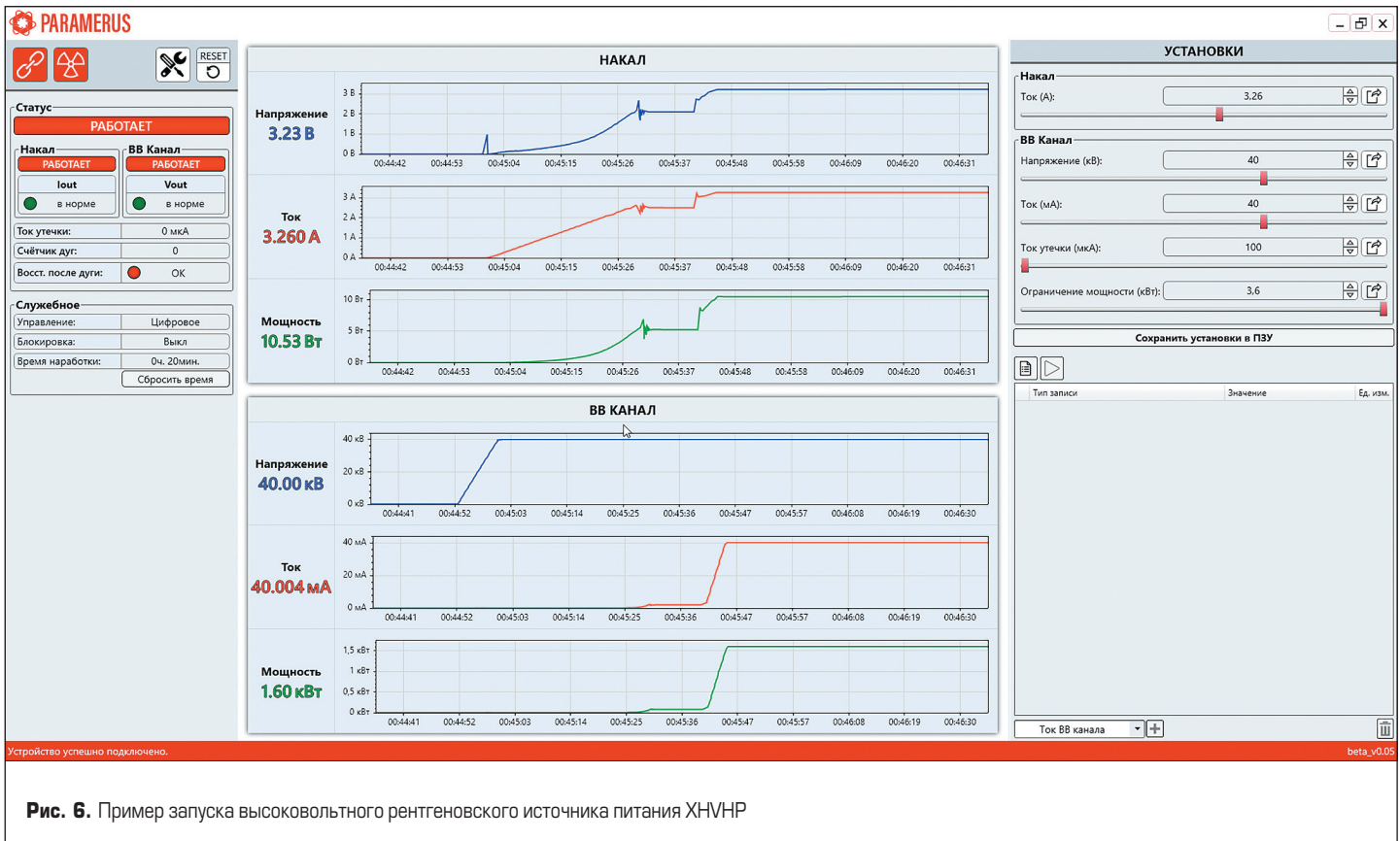


Рис. 6. Пример запуска высоковольтного рентгеновского источника питания ХНВП

Такое количество настраиваемых параметров обусловлено особенностью настройки высоковольтного источника под конкретную рентгеновскую трубку.

Для пояснения параметров рис. 6. приведен пример запуска высоковольтного рентгеновского источника питания ХНВП.

Этапы:

1. Напряжение ВВ-канала поднимается на аноде/катоде рентгеновской трубки до заданного («Напряжение (ВВ-канал)») с временем нарастания («Время нарастания и спада напряжения (кВ/с)»)
2. Измеряется ток, проходящий через рентгеновскую трубку без эмиссии, и сравнивается с током утечки («Ток утечки (ВВ-канал)»).
3. Ток канала поднимается с заданным временем нарастания («Время нарастания и спада тока (А/с)») до достижения заданного тока прогрева рентгеновской трубки («Процент удержания рампы тока в момент включения (%)»).
4. Трубка удерживается в режиме прогрева заданное время («Время удержания тока в момент включения (с)»)
5. Ток эмиссии в трубке возрастает с заданным временем нарастания («Время нарастания и спада тока (мА/с)») до достижения заданного

ограничения по току («Ток (ВВ-канал)») или до достижения ограничения по мощности («Ограничение мощности»).

ПО может быть доработано специалистами ООО «ПАРАМЕРУС» под нужды заказчика.

Заключение

Предложена система удаленного управления высоковольтными источниками питания на основе оптической развязки, обеспечивающая повышение электробезопасности и помехоустойчивости за счет передачи сигналов по оптическому кабелю (до 100 м) без гальванической связи с высоковольтной частью.

Описаны оптомодули ОРТМ1–ОРТМ4 с поддержкой цифровых и аналоговых интерфейсов и унифицированным протоколом обмена для интеграции в верхнеуровневые системы управления. Представлено ПО для мониторинга параметров и задания уставок, включая специализированные функции для рентгеновских источников (накал, ВВ-канал, ограничения и параметры дуговых режимов).