

# Высоковольтные лабораторные источники питания

компании «Битроник»

**В статье представлено описание высоковольтных лабораторных источников питания постоянного напряжения высокой стабильности в настольном исполнении и для монтажа в стойку стандарта «Евромеханика».**

Иван Пустыльник, к. т. н.

ivan.pustylnyak@betronik.ru

Современный рынок высоковольтных AC/DC-преобразователей достаточно развит. На нем представлены источники питания (ИП) как настольного исполнения, так и высоковольтные блоки, монтируемые в стойку. Также весьма широкий диапазон выходных мощностей — от десятков ватт до нескольких тысяч киловатт. То же касается и выходного напряжения. Некоторые производители поставляют ИП до нескольких сотен киловольт.

Гораздо сложнее обстоят дела со стабильностью выходного напряжения. Наиболее широко представлены ИП с показателем стабильности выходного напряжения не лучше 0,1%. Правда, большинство производителей предлагают улучшить этот показатель, оговорив требуемое значение при заказе. Вот только стоимость такого «индивидуального» источника возрастает в полтора-два раза по сравнению с базовым вариантом.

Высоковольтные AC/DC-преобразователи таких именитых брендов, как UltraVolt или Glassman, обладают высокой стабильностью, но, кроме устройств, выполняющих основную задачу, имеют в своем составе устройства, выполняющие дополнительные, зачастую необязательные и излишние функции, такие как управление и мониторинг с помощью ЭВМ, возможность беспроводного подключения и др. Эти опции являются большим подспорьем при работе высоковольтного ИП в стационарных условиях на ответственных объектах, где необходимо внедрение источника в глобальную инфраструктуру проекта. Но, думаю, нет необходимости говорить о том, что эти возможности делают стабильные и сверхнадежные AC/DC-преобразователи еще и очень дорогими. И чаще всего этот фактор является решающим для большинства малобюджетных задач и проектов.

По этой причине в июне 2014 г. команда инженеров компании «Битроник» (г. Саранск) разработала серию высоковольтных лабораторных ИП на основе

высоковольтных модулей серии А производства компании UltraVolt с высокой стабильностью выходного напряжения, входящих в малую ценовую группу.

За основу базового варианта был выбран высоковольтный модуль 30A24-P15. Он позволяет получить на выходе постоянное регулируемое напряжение до 30 кВ. Мощность модуля 15 Вт, выходной ток до 500 мА. Для питания модуля требуется постоянное напряжение 24 В. Отличительной особенностью всех высоковольтных модулей производства этой фирмы является высокая стабильность выходных параметров. Так, при полной нагрузке двойной размах пульсации выходного напряжения составляет не более 0,039% от напряжения на выходе. Нагрузочная характеристика, то есть отклонение выходного напряжения при изменении нагрузки от холостого хода до номинального значения при максимальном выходном напряжении не превышает 0,01% в статическом режиме.

Все эти параметры были наследованы разработанным высоковольтным лабораторным ИП, которому было присвоено название БТНК15-30П. В этом названии буквенно-цифровое сочетание БТНК15 обозначает серию прибора, его тип, функциональные возможности, а также максимальную мощность. Следующая группа цифр и букв в названии информирует о максимальном напряжении в 30 кВ на выходе устройства, а также о том, что полярность этого напряжения относительно нулевого провода положительная. Электротехнические параметры высоковольтного лабораторного источника питания БТНК15 приведены в таблице. Кроме того, высоковольтный лабораторный источник БТНК выполнен в металлическом корпусе, имеет удобную систему управления и индикации и снабжен внутренним ИП для работы от однофазной сети переменного тока. А кроме всего прочего, БТНК позволяет организовать дистанционное управление источником по аналоговому интерфейсу.

**Таблица.** Электротехнические параметры высоковольтного лабораторного ИП БТНК 15

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	85–264
Частота питающей сети, Гц	50 ±10%
Максимальное выходное напряжение, кВ	30
Максимальный выходной ток, мА	500
Выходная мощность, Вт	15
Двойной размах пульсации выходного напряжения при полной нагрузке, %	0,039
Отклонение выходного напряжения в статическом режиме при максимальном выходном напряжении, %	0,01
Отклонение выходного напряжения в динамическом режиме при максимальном выходном напряжении, В/мА	10
Нелинейность регулирования, %	<0,01
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+65

Как известно, одной из множества проблем работы с высоким напряжением является сложность выбора высоковольтных проводов для передачи высокого напряжения и разъемов к ним. ИП БТНК оснащен специализированным высоковольтным разъемом, расположенным на передней панели корпуса. В комплект входит высоковольтный кабель с ответной частью высоковольтного разъема, который обеспечивает надежное и безопасное подключение нагрузки к источнику. Длина высоковольтного кабеля оговаривается при заказе.

Внешний вид ИП БТНК представлен на рис. 1. Габаритные размеры 55×248,5×225 мм, масса 1,5 кг, что позволяет классифицировать его как переносной ИП. Входящий в комплект поставки сетевой кабель обеспечивает беспрепятственное подключение БТНК к бытовой электросети.



**Рис. 1.** Внешний вид высоковольтного лабораторного ИП БТНК

После подключения БТНК к сети необходимо задействовать клавишный переключатель общего включения, расположенный на передней панели слева (рис. 2). В результате на внутренние схемы БТНК подается питающее напряжение, ИП начинает работать в штатном режиме, но высокое напряжение на его выходе не формируется. Расположенные на передней панели индикаторы светятся зеленым светом. В этом режиме возможно осуществление предустановки желаемого значения высокого напряжения посредством расположенного в правом углу передней панели многооборотного потенциометра. При этом значение предустановленного высокого напряжения индицируется на левом индикаторе в киловольтах.



**Рис. 2.** Клавишный переключатель общего включения

Именно в этом режиме рекомендуется подключать нагрузку к высоковольтному выходу БТНК, причем высоковольтный вход нагрузки должен подключаться к высоковольтному выходу ИП посредством входящего в комплект поставки высоковольтного кабеля, а контакт низкого потенциала нагрузки подключается к клемме низкого потенциала, расположенной в нижнем левом углу передней панели, с помощью обычного провода.

После завершения предустановочных операций можно включать подачу высокого напряжения на нагрузку. Для этого нужно нажать кнопку пуска, расположенную в верхнем правом углу передней панели, и удерживать ее нажатой в течение 1 с. В результате на высоковольтный выход БТНК подается высокое напряжение, цвет индикатора напряжения изменяется на красный, и на нем начинает высвечиваться действующее на данный момент напряжение на выходе (рис. 3). При этом правый индикатор показывает значение тока, протекающего через нагрузку, в микроамперах. Если высоковольтный ИП работает в штатном режиме, то есть не ушел в режим ограничения выходного тока, показания величины тока индицируются зеленым цветом. Если ток нагрузки превысит предельное значение в результате перегрузки или короткого замыкания, то ИП переключается в режим ограничения тока, индикатор тока меняет цвет на красный, а на индикаторе напряжения по-прежнему будет высвечиваться напряжение на выходе источника, но при этом его значение снизится относительно предустановленного (рис. 4).



**Рис. 3.** Индикация в режиме высокого напряжения



**Рис. 4.** Индикация в режиме перегрузки

Способность длительно работать в режиме ограничения тока является отличительной особенностью всех высоковольтных модулей компании UltraVolt. Выполненный на его основе лабораторный ИП БТНК позволяет осуществлять с помощью потенциометра регулировку выходного напряжения в режиме ограничения тока так же, как и в штатном режиме. Для снятия высокого напряжения с выхода необходимо нажать кнопку пуска. После чего ИП перейдет в режим ожидания.

Особо стоит отметить возможность работы в режиме дистанционного управления (ДУ). Переход в этот режим осуществляется с помощью переключателя, расположенного на задней панели БТНК. Там же расположен и разъем для подключения внешних управляющих сигналов (рис. 5). Следует обратить внимание, что переход с местного на ДУ возможен лишь при отключенном высоком напряжении, т. е. в режиме ожидания. Если при включенном высоком напряжении перевести переключатель режима управления с местного в дистанционное положение, то изменений в работе высоковольтного ИП не произойдет. Источник



Рис. 5. Разъем для подключения внешних управляющих сигналов

перейдет в дистанционный режим только после снятия высокого напряжения, но не ранее. Однако переход с ДУ на местное осуществляется сразу же по воздействию на переключатель выбора режимов. При этом высокое напряжение с выхода источника снимается.

В режиме ДУ свечение индикаторов переходит в прерывистый режим, а расположенные на передней панели ИП БТНК местные органы управления в дистанционном режиме игнорируются. Также в режиме ДУ на дистанционный разъем со стороны ИП поступает информация со встроенных в высоковольтный модуль датчиков измерения высокого напряжения и тока.

Диапазон типовых применений для высоковольтного лабораторного ИП довольно широк. Это стационарное и мобильное испытательное оборудование, электростатика, ионизаторы воздуха, очистка воздуха и масла, озонаторы, зарядка конденсаторов и т. д. Сверхвысокая стабильность выходных параметров высоковольтного ИП дает возможность применять его там, где высокие требования к качеству высокого напряжения не позволяют использовать более дешевые и менее стабильные устройства питания.

В начале 2015 г. компания выпустила на рынок первую модернизацию высоковольтного ИП, выполненную в конструктиве «Евромеханики». Эта разновидность высоковольтных ИП получила наименование БТНКМ15-30П (рис. 6). Разъем высокого напряжения, а также разъем ДУ и другие органы управления по требованию заказчика могут располагаться на задней панели БТНКМ. Кроме того, возможна реализация задней панели для подключения ИП к кросс-плате по требованию заказчика.



Рис. 6. Внешний вид ИП БТНКМ

Заметим также, что применение в БТНК и БТНКМ модулей UltraVolt позволяет создавать серию ИП, рассчитанных на различные выходные напряжения 10–40 кВ и различные мощности 4–30 Вт.

Разработчики уверены, что рассмотренные приборы займут достойное место в семействе источников питания, выделяющихся высокой стабильностью выходного напряжения.