

# РАСШИРЕНИЕ ЛИНЕЙКИ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ АКТАКОМ СЕРИИ APS-5XXX

## EXPANSION OF АКТАКОМ APS-5XXX PROGRAMMABLE POWER SUPPLIES SERIES

Чуть более двух лет назад мы представили программируемый трехканальный источник питания АКТАКОМ APS-5333. Прибор оказался удачным — цветной дисплей, интуитивно понятный интерфейс, расположение и назначение кнопок, различные сервисные функции — работа с прибором приятна, а освоение не занимает много времени.

Положительные отзывы партнеров и пожелания в стиле «больше товаров хороших и разных» привели к идее расширить серию источников питания APS-5xxx. И, на наш взгляд, семейство получилось очень удачное и разнообразное.

### КТО НА НОВЕНЬКОГО?

Напомним, все модели данной серии являются программируемыми многоканальными источниками питания (рис. 1). Они имеют два или три независимых регулируемых канала, обеспечивают работу «по списку» (режим «тайминга»), позволяют осуществлять регистрацию данных и удаленное управление прибором с использованием интерфейсов RS-232 или LAN.

Сразу отметим, что расширение модельного ряда предусматривало не только расширение номиналов выходных значений тока и напряжения, но и изменение количества каналов — в линейке появились новые 2- и 3-канальные модели. При этом, глаз непосвященного пользователя не заметит различия в количестве клемм для подключения на передней панели — у



двух- и трехканальных моделей их количество одинаково. Но в этом выражено одно из новшеств — двухканальные приборы имеют возможность подключения нагрузки по 4-проводной схеме, и клеммы, освобожденные от 3 канала, обозначенные как Sense, используются при подключении дополнительных проводников для компенсации потерь в проводах, подключенных к нагрузке.



Рис. 1. Источник питания серии АКТАКОМ APS-5xxx

Приборы серии очень похожи как внешне, так и по своим техническим параметрам, что наглядно демонстрируют приведенные в таблице основные характеристики.

Начнем с малого, то, что сразу бросается в глаза — передняя панель и дисплей. Несмотря на то, что размер и разрешение дисплея предыдущей и новых моделей одинаковые, дисплей новинок воспринимается по-другому.

Цветовое решение, расположение основной и дополнительной информации, размер шрифтов — все изменилось в лучшую сторону. Дисплей стал более лаконичным, а изменившееся цветовое решение усилило контрастность и, как следствие, улучшило восприятие отображаемых значений (рис. 2).



а)



б)

Рис. 2 Дисплей приборов APS-5333 (а) и APS-52xx (б)

Передняя панель прибора на первый взгляд не изменилась — расположение и назначение «цветных» кнопок управления каналами осталось, как у APS-5333, количество выходных клемм также не изменилось (рис. 3). Однако, появление регуляторов 3 канала (напомним, в источнике питания APS-5333 канал CH3 имеет фиксированные установки — 5 В и 3 А) вызвало необходимость изменения передней панели, и, соблюдая компромисс между эргономикой прибора и экономикой производства, кнопки управления каналом CH3 заняли место кнопок System, Timer и Help в APS-5333, функции которых «перешли» к другим системным кнопкам.

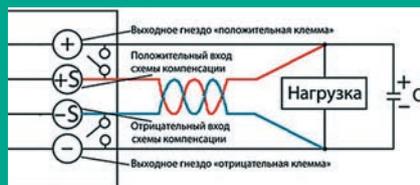
Также отметим, что в двухканальных моделях в этом месте передней панели расположился блок кнопок, которые позволяют вызвать из памяти три группы предустановленных выходных параметров. Назначение

Четырехпроводная схема подключения источника питания и нагрузки предназначена для уменьшения (компенсации) влияния сопротивления соединительных проводов. Такая функция является полезной, т.к. резистивное значение сопротивления проводов при подключении нагрузки искажает установленное значение выходного напряжения на источнике питания и, соответственно, реальное выходное значение напряжения источника может существенно отличаться от установленного. Такое подключение позволяет скомпенсировать до 1 В динамического падения напряжения на соединительных проводах.

Для реализации четырехпроводной схемы необходимо подключить управляющие входы +/-SENSE источника питания к контролируемой точке нагрузки тонкой экранированной витой парой.

Если нагрузка находится на значительном удалении от источника питания, то возможно возникновение колебаний выходного напряжения источника питания. Для устранения этого эффекта можно подключить параллельно нагрузке конденсатор емкостью около 100 мкФ.

Энциклопедия измерений «КИПС» ([www.kipis.ru/info/](http://www.kipis.ru/info/))



«серых» функциональных кнопок (Save, Set, Recall) и других тоже незначительно изменилось, изменился состав вызываемых функций, однако полностью измененные установочное и системное меню, в купе с изменившимся функционалом кнопок, создали простой, понятный и удобный интерфейс управления прибором.



а)



б)

Рис. 3. Цифровая клавиатура и кнопки управления приборов APS-5333 (а) и APS-56xx (б)



Рис. 4. Клеммы SENSE прибора APS-5233

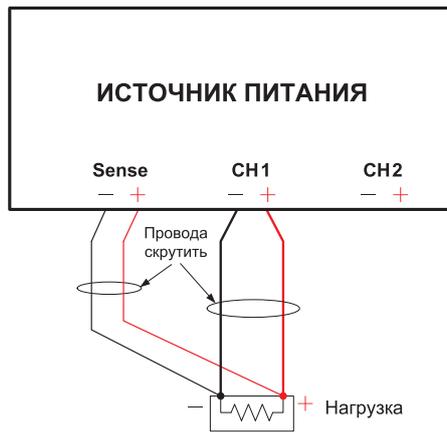


Рис. 5. Подключение нагрузки в режиме компенсации сопротивления проводов в источниках питания APS-5233 и APS-5235

На этом рассмотрение внешних отличий можно закончить и перейти к описанию функционального насыщения приборов и посмотреть отличие новых приборов от известного нам APS-5333.

Как мы уже говорили, новинки представлены как в двухканальном исполнении, так и новыми 3-канальными моделями.

#### ДУВХКАНАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ APS-5233 И APS-5235

В отличие от 3-канальных приборов, два канала источников питания APS-5233 и APS-5235 не симметричны. У APS-5233 канал CH1 имеет диапазон установки 0...30 В, у APS-5235 — 0...60 В, а канал CH2 у обоих приборов имеет возможность регулировки напряжения в диапазоне 0...6 В, поэтому данные приборы не предполагают объединение каналов для получения параллельного или последовательного подключения.

Однако у этих источников питания есть одна интересная функция, которая нечасто встречается в приборах такого уровня. Речь идет о функции компенсации падения напряжения на

подводящих к нагрузке проводах. В этом случае используются клеммы SENSE на передней панели прибора (рис. 4). Функция включается в экранном меню, к нагрузке дополнительно подсоединяются провода от клемм Sense (рис. 5), по которым на нагрузку подается дополнительное компенсирующее напряжение, уровень которого прибор определяет автоматически. Отметим, что эта функция доступна только при использовании канала CH1 в двухканальных источниках. Для уменьшения индуктивности проводов и наводок, провода рекомендуется переплести между собой (но не скручивать вместе провода питания нагрузки и провода Sense).



Рис. 6. Кнопки M1-M3 источника питания APS-5233

Продолжая тему отличия двух- и трехканальных моделей, отметим функцию быстрого вызова выходных параметров каналов CH1 и CH2. Пользователь имеет возможность заранее установить и сохранить значения выходного напряжения и тока в трех ячейках памяти (M1, M2 и M3) и в дальнейшем установить их как выходные параметры нажатием одной кнопки соответствующей ячейки (рис. 6). Для установки значений необходимо нажать соответствующую кнопку, например M1, на дисплее открывается меню установки (рис. 7), где, используя навигационные и цифровые кнопки, можно ввести значения нужных параметров и сохранить их.

Таблица 1

#### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ АКТАКОМ СЕРИИ APS-5XXX

Параметр	Двухканальные приборы			Трехканальные приборы		
	APS-5233	APS-5235	APS-5333	APS-5603	APS-5613	APS-5615
Выходное напряжение (CH1/CH2/CH3)	0...30 / 0...6 В	0...60 / 0...6 В	2 × 0...30 / 1 × 5 В	2 × 0...30 / 1 × 0...6 В	2 × 0...30 / 1 × 0...6 В	2 × 0...60 / 1 × 0...6 В
Погрешность установки	±(0,03% U <sub>уст</sub> + 10 мВ)	±(0,03% U <sub>уст</sub> + 10 мВ)	±(0,05% U <sub>уст</sub> + 1 мВ)	±(0,03% U <sub>уст</sub> + 10 мВ)	±(0,03% U <sub>уст</sub> + 10 мВ)	±(0,03% U <sub>уст</sub> + 10 мВ)
Разрешение установки	1 мВ	1 мВ	1 мВ	1 мВ	1 мВ	1 мВ
Выходной ток (CH1/CH2/CH3)	0...12 / 0...3 А	0...6 / 0...3 А	2 × 0...3 / 3 А	0...3 А	2 × 0...6 / 1 × 0...3 А	0...3 А
Погрешность установки*	±(0,1% I <sub>уст</sub> + 8 мА) / ±(0,1% I <sub>уст</sub> + 5 мА)	±(0,1% I <sub>уст</sub> + 8 мА) / ±(0,1% I <sub>уст</sub> + 5 мА)	±(0,1% I <sub>уст</sub> + 1 мА)	±(0,1% I <sub>уст</sub> + 8 мА) / ±(0,01% I <sub>уст</sub> + 5 мА)	±(0,1% I <sub>уст</sub> + 8 мА) / ±(0,01% I <sub>уст</sub> + 5 мА)	±(0,1% I <sub>уст</sub> + 8 мА) / ±(0,01% I <sub>уст</sub> + 5 мА)
Разрешение установки	1 мА	1 мА	1 мА	1 мА	1 мА	1 мА
Выходная мощность	378 Вт	378 Вт		198 Вт	378 Вт	378 Вт
Пульсация и шум	4 мВ <sub>п-п</sub>	4 мВ <sub>п-п</sub>	2 мВ <sub>п-п</sub>	4 мВ <sub>п-п</sub>	4 мВ <sub>п-п</sub>	4 мВ <sub>п-п</sub>
Нестабильность по нагрузке	±(0,01% U <sub>уст</sub> + 3 мВ)					
Дисплей	Цветной, 3,9" TFT, 480×320					
Размеры, мм	250×158×358	250×158×358	298×202×450	250×158×358	250×158×358	250×158×358
Масса, кг	12	12	9,8	9,8	12	12

\* Первое значение — для основных каналов, второе значение — для дополнительного канала. В двухканальных источниках питания (APS-5233 и APS-5235) основной — канал CH1, CH2 — дополнительный, в трехканальных источниках питания CH1 и CH2 — основные, CH3 — дополнительный.

Теперь, в любой момент, нажав кнопку ALL и номер ячейки, можно вывести на клеммы предустановленные в ячейке значения напряжения и тока.

### ТРЕХКАНАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ APS-5603, APS-5613, APS-5615

Трехканальные модели также несколько отличаются от известного нам APS-5333. Помимо нового дисплея с измененной системой представления информации, весьма существенным изменением стала возможность регулировки третьего канала. Эта, на первый взгляд, несущественная модернизация очень помогает в режиме объединенных каналов — когда каналы соединены по параллельной или последовательной схеме или включен трекинг-режим и настройки каналов изменять нельзя. В этом случае можно одновременно «запитать» два отдельных устройства, например при тестировании контроллеров совместно с датчиками и исполнительными устройствами или других аналогичных задачах.

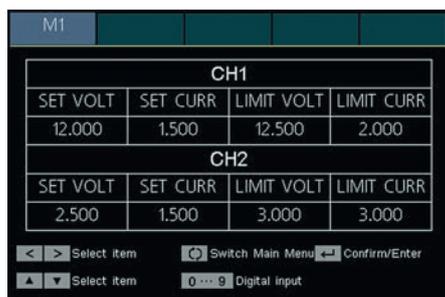


Рис. 7. Меню установки параметров для кнопок быстрого вызова M1-M3

Несколько слов об объединении каналов. Прибор позволяет использовать параллельное и последовательное подключение каналов для получения удвоенного значения тока или напряжения на выходных клеммах прибора. При последовательном включении выходное напряжение увеличится в 2 раза, при параллельном — максимальное напряжение останется равным напряжению одного канала, а максимальный выходной ток увеличится в 2 раза. Объ-

единение происходит автоматически при включении соответствующего режима в меню и не требует подключения перемычек между клеммами, выбранный режим отображается символами на дисплее (рис. 8).

В новых приборах есть еще один режим работы с двумя каналами одновременно — трекинг-режим. После установки параметров каналов в режиме независимых выходов и включения трекинг-режима, изменение установленных параметров напряжения и тока одного канала приведет к пропорциональному изменению этих же параметров другого канала, а при выходе за пределы диапазона установится максимальное значение.

Символ	Описание функции
All	Включены все каналы, все параметры отображены на дисплее
1 2	Включены два канала CH1 и CH2, на дисплее отображены параметры каналов CH1 и CH2
1 2 +	Параллельное включение каналов, на дисплее отображаются общие выходные параметры
1 2 -	Последовательное включение каналов, на дисплее отображаются общие выходные параметры

Рис. 8. Схемы включения каналов трехканальных приборов и индикация выбранных режимов на дисплее

В дополнение отметим, что в новых приборах нет режима биполярного питания (с общей точкой), поэтому, если необходим источник с возможностью биполярного питания, то надо выбирать заслуженный APS-5333.

Мы рассмотрели функции и свойства, которые отличают новые модели от APS-5333, а теперь несколько слов о возможности, характерных для всей серии APS-5xxx, которые впервые были представлены еще в 2017 году в источнике питания APS-5333.

Не будем уделять много внимания таким функциям, как возможность отключения нагрузки, режимы стабилизации тока и напряжения или защита от короткого замыкания. Эти функции имеются практически во всех современных лабораторных источниках питания.

Более интересно обратить внимание на режим работы прибора «по



Рис. 9. Меню управления режимом работы «по списку», вкладка Data View

списку» (режим «тайминга»). Наличие такого режима позволяет считать источник как «программируемый» и наравне с возможностью удаленного управления расширяет возможность применения прибора при проведении измерений в автоматическом режиме.

В режиме работы по списку пользователь может запрограммировать до 100 групп параметров — значений напряжения, тока и время удержания. После нажатия кнопки Program на дисплее отобразится меню выбора действия и ввода значений программируемого режима (рис. 9). Здесь, выбирая нужную вкладку, можно выбрать необходимое действие — просмотреть уже созданные файлы данных (вкладка Data View), причем, как во встроенной памяти, так и на внешнем USB-носителе, очистить внутреннюю память, перенести файлы из внутренней памяти на USB-носитель или обратно. При экспорте файла на USB-носитель в корневой директории последнего автоматически создается папка с названием прибора (например, «APS-5613»), где в подпапке «Program» появляется файл формата .csv, который можно использовать в дальнейшем.



Рис. 10. Меню управления режимом работы «по списку», вкладка OutputSetup

В следующей вкладке Output Setup (рис. 10) определяется порядок работы программы — одиночный запуск или циклическое выполнение, устанавливается начальная и конечная строка выполнения (от 1 до 100), а также выбирается необходимый канал — CH1, CH2 или все сразу — ALL. Удобная опция, позволяющая запрограммировать сложный длительный тест, а при необходимости воспроизвести только

Трекинг-режим (или режим слежения) — один из режимов управления многоканальным источником питания, в котором управление одним каналом (ведущим) одновременно означает одинаковое изменение этого же параметра другого канала (ведомого), т.е. в результате параметры обоих каналов меняются синхронно.

В многоканальных источниках питания регулируемые выходы приборов могут быть подключены как параллельно, так и последовательно между собой. При этом такой многоканальный источник питания становится фактически одноканальным. При параллельном соединении увеличивается максимально возможное суммарное значение тока на выходе, при последовательном соединении — увеличивается суммарное выходное напряжение. Один канал при этом становится ведущим, второй — ведомым. Например, при последовательном соединении выходное напряжение на ведомом источнике изменяется в режиме трекинга (слежения) за изменением напряжения ведущего источника и, соответственно, управление обоими каналами максимально упрощено органами управления ведущего канала.

Энциклопедия измерений «КИПиС» ([www.kipis.ru/info/](http://www.kipis.ru/info/))



отдельный фрагмент тестовой программы.

Выбрав вкладку Data process (рис. 11) перейдем к программированию — вводу значений напряжения, тока, длительности удержания. Все операции в меню производятся с помощью поворотного переключателя, навигационных клавиш и цифровой клавиатуры. Для удобства использования

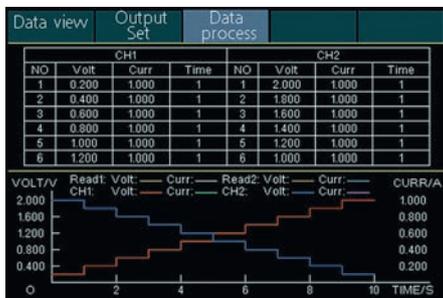


Рис. 11. Меню управления режимом работы «по списку», вкладка Data Process

можно включить графическое отображение «работы по списку» — под таблицей будут пропорционально отображаться графики изменений тока и напряжения, при этом, если изменение какой-либо величины не представляет интереса или параметр не изменяется, его можно отключить.



Рис. 12. Меню режима сохранения. Вкладка Save Settings сохранения параметров каналов

Как и большинство современных приборов, источники питания APS-5xxx имеют развитую систему сохранения данных. Казалось бы, что можно сохранять в источниках питания? Тем не менее, прибор обеспечивает несколько режимов сохранения. Выше мы рассказали о возможности сохранения предустановленных значений в ячейках памяти у двухканальных приборов, также упомянули о другом типе сохраняемых данных — запрограммированный «список» работы прибора в режиме тайминга, который можно сохранить в файле формата .csv как во внутренней памяти, так и на внешнем носителе и использовать его позднее.

В отдельном меню есть дополнительные варианты сохранения — сохранение параметров каналов и режим регистрации. При нажатии кнопки Record на передней панели открывается меню сохранения, содержащее три вкладки — Save Settings, Auto Record и View Record. В первой вкладке (рис. 12) пользователь может сохранить до 110



Рис. 13. Меню режима сохранения. Вкладка Auto Record установки параметров регистратора

комплектов настроек для любого из каналов (CH1, CH2 или CH3), запоминаются значения напряжения, тока и их предельное значение для срабатывания защиты. Слева от таблицы можно выбрать желаемые действия — сохранить настройки выбранного канала, удалить значения настроек (Delete) в строке или установить выбранные значения в качестве выходных (Recall).

Помимо сохранения настроек, прибор также может записывать изменения выходных параметров в процессе работы, т.е. фактически использоваться как регистратор.

Для включения режима записи на вкладке Auto Record (рис. 13) необходимо установить место, где будут сохраняться данные — внутренняя или внешняя память, установить интервал сэмпирования в диапазоне от 1 до 999999 с и установить объем записи — сколько точек необходимо записать (от 1 до 10000 точек). Далее остается выбрать необходимый канал и нажать кнопку Enter, на экране отобразится сообщение, что запись началась, а на основном рабочем экране в поле состояния появится символ карандаша.

После окончания регистрации можно перейти на вкладку View Record и изучить записанные данные, причем

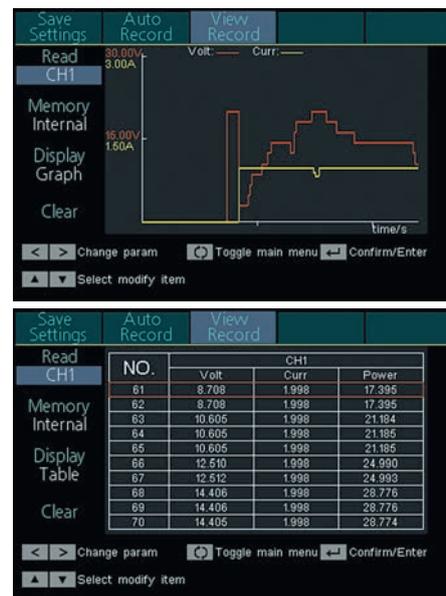


Рис. 14. Вкладка View Record просмотра записей регистратора в графическом и табличном видах

для удобства значения могут быть представлены как в графическом, так и в табличном виде (рис. 14). Надо учитывать, что при сохранении во внутреннюю память файл каждый раз переписывается, а при сохранении на внешний USB-носитель в папке с названием прибора каждый раз создается новый файл вида «DATA\_XXXX.csv» с другим номером.

В заключение добавим, что все описанные приборы на задней панели имеют разъемы интерфейсов LAN и RS-232 и могут удаленно управляться с использованием стандартных команд для программируемых приборов SCPI.

Мы рассказали о пополнении семейства источников питания APS-5xxx новыми двух- и трехканальными моделями. С каждым новым поколением приборы становятся все более «интеллектуальными», обеспечить высокие технические характеристики уже мало, необходимо создать комфорт «общения» с прибором путем развития новых функций и возможностей, предоставляемых пользователю. Так и в серии APS-5xxx заметно развитие приборов не только в расширении номенклатуры выходных параметров, но и в повышении продуктивности использования за счет улучшения интерфейса, возможностей программирования или сохранения различной информации. Новые лабораторные источники питания АКТАКОМ серии APS-5xxx обладают прекрасными характеристиками и будут по достоинству оценены профессионалами. ☑

*The present article will acquaint our readers with new AKTAKOM multichannel programmable DC voltage power supplies which are considered the continuation of well-known APS-5333 power supply. Here you will find the description of the main differing features and modernizations of the new models, specifications comparison table of this series devices as well as the pictures of the screens displaying new functions and services. This article should be definitely interesting to the engineers and technicians of research and production spheres and also to radio amateurs.*