

Юрий Широков

## Особенности источников питания и программируемых нагрузок для промышленности и научных исследований

Множество приборов нуждается для работы в источниках тока и напряжения, и сфера применения современных источников питания отнюдь не ограничивается популярными гаджетами и бытовой техникой. Самые совершенные, сложные и дорогостоящие из них применяются в научных исследованиях, промышленности, в составе испытательных стендов и т.п. Там и нашли себе основное применение весьма технологичные устройства – программируемые источники питания. Они созданы на базе накопленных обширных знаний в области электроники и электротехники, а их возможности неизмеримо шире, нежели у бытовых.

В рамках данного обзора мы затронем также тему электронных нагрузок (eLoad). Эти устройства вообще в быту аналогов не имеют и предназначены для выполнения, на первый взгляд, странной задачи – имитации в электрической цепи нагрузки с заданными параметрами путём поглощения строго отмеренной электрической мощности.

### ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Программируемые источники питания, как и обычные, обеспечивают на выходе постоянное или переменное напряжение/ток с заданными параметрами. Приборы профессионального класса имеют минимальные значения пульсаций и незначительный коэффициент нестабильности при изменении характеристик подключаемой к ним нагрузки. При этом, как и следует из их названия, они обладают уникальным качеством – возможностью программирования (рис. 1) Под этим качеством подразумевается возможность управлять выходными характеристиками прибора, такими как напряжения и токи в нагрузке, путём подачи внешнего аналогового либо цифрового сигнала или посредством табличного задания параметров, а также получать от источника некоторую мониторинговую информацию.

Современные источники предоставляют такие возможности управления и контроля, как дистанционное включение/отключение, программирование и мониторинг выходных токов и напряжений, мониторинг питающей сети, а также многие другие. Что касается набора интерфейсов, то современные серии программируемых источников могут иметь целый арсенал, включающий порты USB, RS-232/RS-485, аналоговый вход управления 0...5 В, 0...10 В, 4...20 мА, сетевой порт LAN eXtensions for Instrument и прочие. У некоторых моделей имеется также и возможность объединения нескольких источников для совместной работы с использованием шины GPIB (General Purpose Interface Bus).



Рис. 1. Программируемый источник питания серии EA PSB 9000 3U

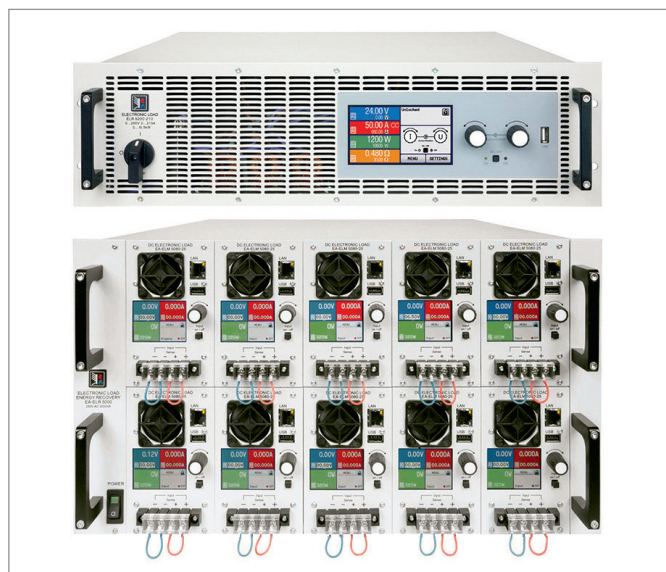


Рис. 2. Электронная нагрузка с рекуперацией энергии ELR 9000 HP 3U

При помощи программируемого источника можно, например, смоделировать поведение реальной АКБ или гальванического элемента в процессе постепенного разряда под нагрузкой, проанализировать в автоматическом режиме работу нагрузки при различных параметрах электропитания, обеспечить сложную и точно заданную выходную характеристику тока и напряжения для научных экспериментов или технологических процессов. Разумеется, такая функциональность крайне востребована в научных и исследовательских центрах и лабораториях, на высокотехнологичных производствах.

### ЭЛЕКТРОННЫЕ НАГРУЗКИ E-LOAD

Электронная нагрузка представляет собой устройство-противоположность источнику питания. Задачей её является имитация поведения реальных приборов и устройств по отношению к источнику питания. E-Load, как правило, обеспечивает

следующие основные режимы: постоянное напряжение (CV), постоянный ток (CC), постоянная мощность (CP), постоянное сопротивление (CR). При помощи устройства E-Load, например, можно смоделировать электродвигатель с его высокими пусковыми токами, а также любую другую нагрузку с нелинейной вольт-амперной характеристикой (рис. 2). Широко применяют электронные нагрузки и для тестирования источников питания. Многие современные электронные нагрузки программируемые и обладают возможностью дистанционного управления. Особо продвинутые модели имеют интерфейс для удалённого управления при помощи компьютера, что позволяет использовать их в составе автоматизированных испытательных стендов, автоматически включающих заданные режимы работы и изменяющих параметры, а также получать и анализировать мониторинговые данные об их состоянии. Всё это востребовано при различных сложных лабораторных испытаниях, проведении тестов устройств и оборудования: солнечных батарей и АКБ, блоков питания, различных генераторов и многого другого. В режиме тестирования батареи, например, она может при помощи E-Load разряжаться постоянным током, постоянной мощностью или постоянным сопротивлением до тех пор, пока не достигнет установленного порога разрядного напряжения. Надо отметить, что типовая электронная нагрузка ещё и обеспечивает постоянный мониторинг напряжения и протекающих через неё токов.

Поскольку электронная нагрузка имитирует реальную, один из ключевых параметров устройства E-Load — рассеиваемая мощность. Таким образом, конструктивное исполнение мощной электронной нагрузки должно гарантировать эффективный теплоотвод. С учётом широкого диапазона доступных мощностей — от сотен Вт до сотен кВт — электронная нагрузка может представлять собой как компактное настольное устройство в приборном корпусе, так и целый отдельно стоящий шкаф с принудительным водяным охлаждением. Бывают и специфические электронные нагрузки, предназначенные для нишевого использования. Например, компания Ericsson использует миниатюрные устройства собственной разработки для тестирования встраиваемых в платы мобильных устройств интегральных DC/DC-преобразователей.

Для обеспечения безопасности работы электронные нагрузки оснащаются также защитой от перегрева и перегрузки по мощности, от переплюсовки и перенапряжения.

В некоторых случаях от электронной нагрузки может потребоваться выступать в роли не поглотителя, а источника энергии. Это нужно, например, при моделировании работы цепей с реактивной (ёмкостной или индуктивной) нагрузкой. Однако такую функциональность имеют далеко не все представленные на рынке модели, и в основном E-Load является управляемым переменным резистором, на котором рассеивается энергия по заданному закону. Упрощённая структура такой электронной нагрузки представлена на рис. 3.

### КОМБИНИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ

На рынке присутствуют также гибридные устройства, представляющие собой источник питания и электронную нагрузку

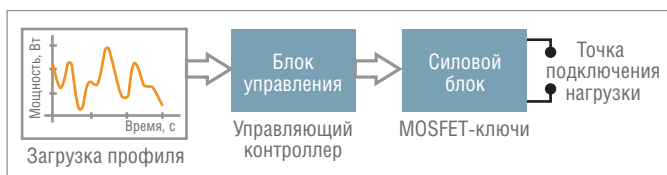


Рис. 3. Упрощённая структура электронной нагрузки (E-Load)

ку, объединённые в одном корпусе. В последнее время появляются регенеративные электронные нагрузки, способные возвращать поглощённую энергию обратно в сеть с высокой эффективностью. Это особенно актуально, когда рассеиваемая на нагрузке мощность достигает десятков и сотен киловатт. У электронных нагрузок имеется и ещё одно важное применение: их можно использовать совместно с источниками питания в качестве устройств для быстрого управления током. Это позволяет обеспечить высокоскоростное управляемое нарастание/спад импульсов тока, получаемых от источника питания. Такая связка двух приборов зачастую обходится дешевле и обеспечивает более высокие характеристики, нежели специализированный высокоскоростной источник питания.

### РЫНОК ПРОГРАММИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЭЛЕКТРОННЫХ НАГРУЗОК

Рынок этих весьма востребованных устройств быстро развивается, тем не менее, основные его игроки хорошо известны.

#### АМТЕК

АМТЕК — крупная международная компания, специализирующаяся на производстве электронных приборов и электромеханических устройств. Офисы компании расположены во многих странах, в том числе и в России. Имеет множество подразделений. Подразделение Programmable Power, базирующееся в Сан-Диего (Калифорния), занимается разработкой программируемых источников питания постоянного и переменного тока, электронных нагрузок. Продукция АМТЕК применяется в исследовательских и испытательных целях и используется в таких приложениях, как бортовое оборудование, общие НИОКР, проверка на электромагнитную совместимость (ЭМС), производство и тестирование полупроводников, нефтеразведка, симуляция работы различных источников тока (солнечных батарей, аккумуляторов и т.п.), тестирование оборудования и измерения, имитация работы различных силовых электрических шин. Продукция этого подразделения выпускается под брендами Sorensen, ELGAR, California Instruments, AMREL.

#### GW INSTRON

Компания основана в 1975 году. В момент основания носила название Good Will Instrument Co., Ltd. Это тайваньский производитель с солидной историей и опытом производства измерительного и испытательного оборудования, а также источников питания. В настоящее время является крупнейшим производителем этого оборудования на Тайване, насчитывающим в своём портфолио более 300 продуктов. Источники питания и электронные нагрузки производства GW INSTRON пользуются заслуженно высокой репутацией среди профессионалов.

#### Tektronix

Одна из старейших на рынке компаний, основанная в 1946 году в США. В настоящее время имеет множество представительств по всему миру, включая Россию. Компания настолько известна, что не нуждается в рекомендациях: её приборами пользовались не одно поколение профессиональных электронщиков, учёных-исследователей, производителей, а также специалистов многих других областей. Помимо источников питания и электронных нагрузок постоянного тока компания производит анализаторы спектра, осциллографы, функциональные генераторы, мультиметры.

## TDK-Lambda

Группа компаний TDK основана в 1978 году и специализируется на разработке, производстве и обслуживании импульсных источников питания и периферийных устройств. Ведёт свою историю от японской компании Nippon Electronic Memory Industry Co., Ltd. В 2006 году корпорация TDK приобрела компанию Lambda, и группа компаний получила известное сегодня имя TDK-Lambda. Производственные мощности находятся в Северной Америке, Японии, Южной Корее, Китае, Сингапуре, Израиле, Германии, Франции, Италии, Швеции. В России имеется представительство. TDK-Lambda, одна из именитых компаний на рынке источников питания представляет серию программируемых источников Genesys для монтажа в стойки (1U и 2U), а также серии настольных лабораторных источников Z+ и ZUP.

## EA Elektro-Automatik

Основанная в 1974 году в городе Фирзене Гансом Гельмутом Нольденом как семейная компания, EA Elektro-Automatik развилась в фирму с глобальным присутствием и дилерской сетью по всему миру. Компания EA Elektro-Automatik специализируется на разработке и производстве мощных программируемых источников питания и электронных нагрузок, а также ИБП и зарядных устройств. EA Elektro-Automatik в настоящее время — лидер среди немецких производителей лабораторных источников питания.

Центральный офис компании, как и основное производство, по-прежнему находятся в городе Фирзене. Изделия EA Elektro-Automatik востребованы в области научных разработок, испытаний и измерений, контроля и обеспечения процессов производства. Линейка изделий EA Elektro-Automatik включает:

- программируемые источники питания переменного тока;
- программируемые лабораторные источники питания постоянного тока, в том числе двунаправленные и высоковольтные;
- электронные нагрузки, в том числе программируемые и с функцией рекуперации энергии;
- зарядные устройства для аккумуляторных батарей;
- источники бесперебойного питания переменного и постоянного тока;
- 19" 3U еврокассетные источники питания.

Программируемые источники питания постоянного тока EA Elektro-Automatik имеют мощность от 100 Вт до 300 кВт при напряжении до 12 000 В и токе до 510 А; электронные нагрузки работают в диапазоне мощностей от 75 Вт до 105 кВт при напряжении до 1500 В и токе до 600 А. Производятся также блоки бесперебойного питания мощностью до 500 Вт с монтажом на DIN-рейку.

Компания может похвастаться существенными техническими новшествами, являющимися плодом собственных разработок, а среди её клиентов такие именитые фирмы, как Airbus, Audi, BMW, Daimler, Opel, Porsche, VW, Siemens, Osram, Kärcher, Black & Decker, Philips и многие другие. Соответствие качества бизнес-процессов стандарту DIN EN ISO 9001:1994 в компании впервые подтверждено службой сертификации TÜV Rheinland ещё в декабре 1998 года, а периодически проводимые повторные аудиты служат гарантией качества и сегодня.

На примере продуктов EA Elektro-Automatik мы и рассмотрим более предметно свойства и применение программируемых источников и электронных нагрузок.

## ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ДВУНАПРАВЛЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СЕРИИ EA-PSB-9000 3U

Эти источники питания обладают следующими характеристиками:

- широкий входной диапазон 360–528 В;
- источник питания и электронная нагрузка интегрированы в едином конструктиве;
- технология рекуперации с высоким КПД;
- мощность от 5 до 240 кВт;
- напряжение от 60 до 1500 В;
- токи от 30 до 360 А;
- множество функций защиты;
- сенсорная TFT-панель управления;
- гальванически изолированный аналоговый интерфейс;
- интегрированный функциональный генератор;
- симуляция работы солнечной батареи.

Все они управляются микропроцессорным блоком. Совмещение в едином конструктиве источника питания и рекуперативной электронной нагрузки позволяет добиваться уникальных характеристик изделий. В частности, приборы обеспечивают стандартную работу в двухквadrантном диапазоне, а также обладают функциональностью Power Sink (ZH) и High Speed (HS), о чём мы расскажем чуть позже. Встроенная электронная нагрузка обеспечивает высокую динамику выходных параметров даже на холостом ходу. Источники этой серии являются автодиапазонными, то есть они способны интеллектуально регулировать выходные токи и напряжения для поддержания максимальной мощности в нагрузке. Приборы снабжены активным корректором коэффициента мощности и рассчитаны на питание от двух- или трёхфазной сети переменного тока. Для защиты от перенапряжения, превышения допустимого тока и мощности в нагрузке доступны соответствующие защитные функции. Превышение заданного порога по любому из параметров вызовет отключение источника. Общий вид устройств приведён на рис. 4.

## Авторанжирование выходных диапазонов

Лабораторные источники питания EA мощностью от 1 кВт и выше имеют автодиапазонный выход. Эта гибкая выходная функция позволяет испытывать гораздо большее число нагрузок с различными номинальными напряжениями в сравнении

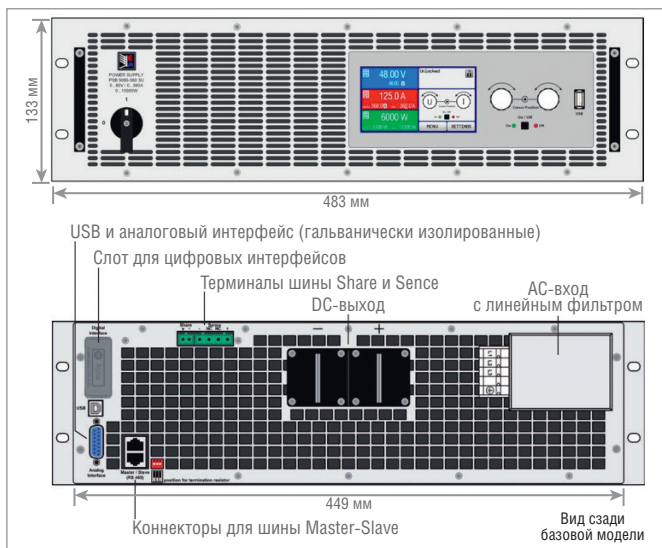


Рис. 4. Общий вид программируемого источника питания серии EA PSB 9000 3U



Рис. 5. Авторанжирование рабочих диапазонов

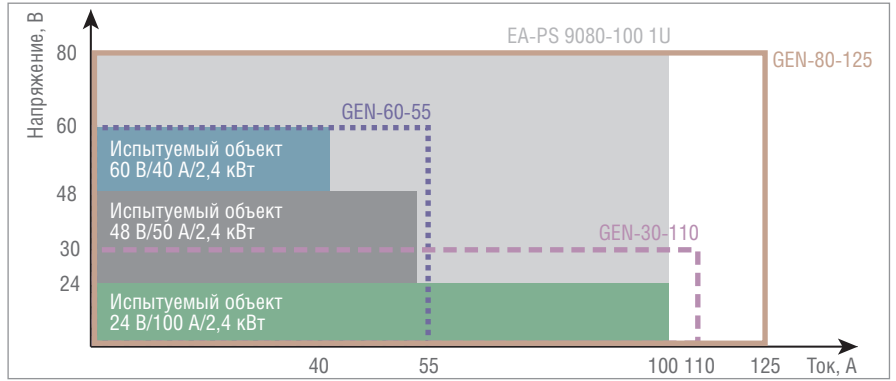


Рис. 6. Иллюстрация преимуществ источников с технологией авторанжирования

с традиционными лабораторными источниками питания. Кроме того, в сравнении с традиционными блоками питания автодиапазонные источники питания обеспечивают до трёх раз больше мощности при работе в определённых диапазонах напряжений. Показательным примером «нехорошей» нагрузки является двигатель постоянного тока, работающий от регулируемого источника питания. В данном случае способность программируемого источника обеспечивать повышенный ток при уменьшенном выходном напряжении очень полезна. Эту способность ещё называют автоматическим ранжированием (рис. 5). Для тестирования испытуемого устройства при переменном входном напряжении могут потребоваться несколько источников питания, не обладающих данной функциональностью. В качестве примера, демонстрирующего это преимущество источников EA, рассмотрим задачу тестирования трёх нагрузок с различными параметрами входных токов и напряжений, но потребляющих одинаковую мощность. Тестирование этих нагрузок схематически представлено на рис. 6. Как показано на рисунке, все три нагрузки потребляют мощность 2,4 кВт, но токи и напряжения питания у них различные. Чтобы покрыть всё требуемое поле токов и напряжений, используя, например, обычные источники питания производства TDK-Lambda серии GEN, нам потребуются два разных устройства либо одно с гораздо большим запасом по мощности (10 кВт), а значит, более дорогое. Благодаря наличию функции авторанжирования всего лишь один 3-киловаттный источник EA PS 9080-100 1U легко справляется с поставленной задачей.

### Рекуперация энергии в устройствах E-Load

Новая серия электронных нагрузок постоянного тока ELR с восстановлением энергии обеспечивает уникальные характеристики напряжения, тока и мощности. Эти устройства функционируют в четырёх общих режимах работы: постоянный ток, мощность, напряжение и сопротивление. Кроме того, система управления на основе ПЛИС обеспечивает дополнительные возможности, такие как генератор функций, который по сути является схемой регулирования на основе таблицы для моделирования нелинейных внутренних сопротивлений. Благодаря аппаратуре, управляемой DSP, улучше-

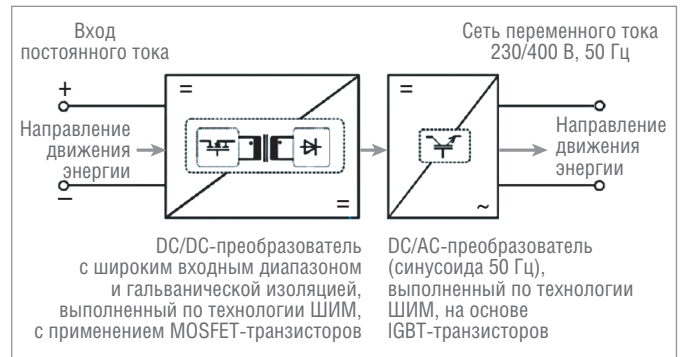


Рис. 7. Процесс обратного преобразования энергии

но время отклика при управлении через аналоговые или цифровые интерфейсы. Несколько устройств серии ELR-9000 могут работать параллельно в конфигурации ведущий-ведомый, что даёт возможность увеличения совокупной мощности до 105 кВт. Но существует одно обстоятельство, которое, несмотря на то что обычные нагрузки могут рассеивать высокую мощность, определяет их существенный недостаток: с повышением уровня мощности рассеивание энергии становится затруднительным и совсем не привлекательным вариантом для некоторых клиентов, поскольку это, безусловно, подразумевает не столь экологичный или «зелёный» подход. Решение, реализованное в устройствах серии ELR, делает нагрузки регенеративными или энергореактивными. Наиболее важной особенностью таких электронных нагрузок является то, что подключение к сети переменного тока используется также в качестве выхода для обратной подачи возвращаемой энергии постоянного тока, которая будет преобразована с эффективностью до 95%. Восстановление энергии позволяет снизить энергозатраты и (что крайне важно) избежать применения дорогостоящих систем охлаждения, требуемых для обычной электронной нагрузки, преобразующей входную энергию постоянного тока в тепло (рис. 7).

### Высокая удельная мощность

Для приборов EA характерна высокая удельная мощность, что позволяет компактно размещать источники и нагрузки в

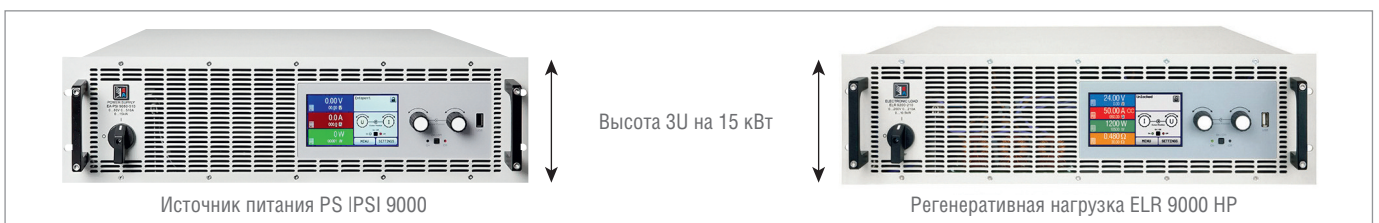


Рис. 8. Приборы EA обладают высокой удельной мощностью

стойках (рис. 8). В табл. 1 для иллюстрации приведены мощности и габаритные параметры других моделей источников при одинаковой мощности на выходе.

### Встроенный функциональный генератор

Встроенный в модели серии 9000 функциональный генератор позволяет моделировать целый ряд функций применительно к выходным токам или напряжениям источника (рис. 9). Это очень полезная способность для проведения испытаний по сложным сценариям, в том числе тестов на отказоустойчивость электрооборудования, тестов автомобильной электрики, тестов фотоэлектрических установок и топливных элементов (рис. 10). В дополнение к реализованным стандартным функциям можно построить собственную кривую выходного тока или напряжения по 99 произвольно задаваемым отрезкам. Координаты можно загрузить в программируемый источник посредством имеющегося порта USB с флэш-носителя.

### Параллельная работа

Все источники имеют цифровую шину, благодаря которой возможна синхронизация и работа в режиме ведущий-ведомый до 16 источников одинаковых моделей (рис. 11). Параметры параллельной работы можно задать как на панелях самих источников, так и дистанционно посредством программного обеспечения с интуитивно понятным графическим интерфейсом, функционирующего в среде ОС Windows. Вся

связка параллельных источников при этом управляется через интерфейс ведущего блока.

### Опциональные интерфейсы

На задней панели источников располагается свободный слот для опционального подключения цифровых интерфейсных модулей. Подключённый модуль распознаётся устройством автоматически и требует лишь минимальной конфигурации. Доступны интерфейсные модули RS-232, CAN, CANopen, Modbus TCP, Profibus, Profinet IO, EtherCAT, Ethernet. Имеется также аналоговый интерфейс (0...5/0...10 В) (рис.12).

### Функция наблюдения за параметрами

Все модели источников снабжены функцией наблюдения (Supervision), позволяющей отслеживать токи и напряжения (а также их изменение во времени) на выходе. При отклонении параметра более чем на заданное значение оператор получит сигнал предупреждения.

### Программное обеспечение

Все приборы, включая источники и электронные нагрузки, работают под управлением ПО EA EasySoft, являющегося набором программных средств для дистанционного мониторинга и управления. Программное обеспечение является бесплатным, но подлежит лицензированию (рис. 13, 14).

Таблица 1

Сравнительные массогабаритные характеристики приборов одинаковой мощности

Нагрузки	ELR9080-510 HP	АКИП-1346	АЕL-8816
Мощность	15 кВт	15 кВт	15 кВт
Высота	3U	14U	42U
Вес	32 кг	170 кг	300 кг
Удельная мощность	5 кВт/ 1U	1 кВт/ 1U	0,35 кВт/ 1U

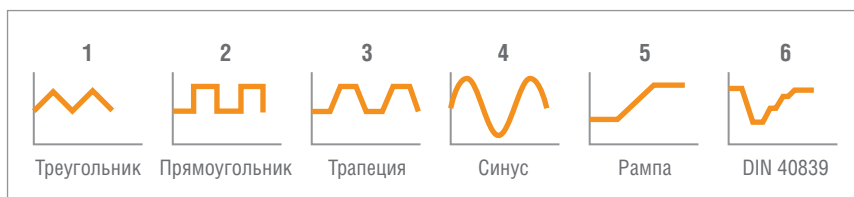


Рис. 9. Типовые выходные функции тока или напряжения на выходе источников EA

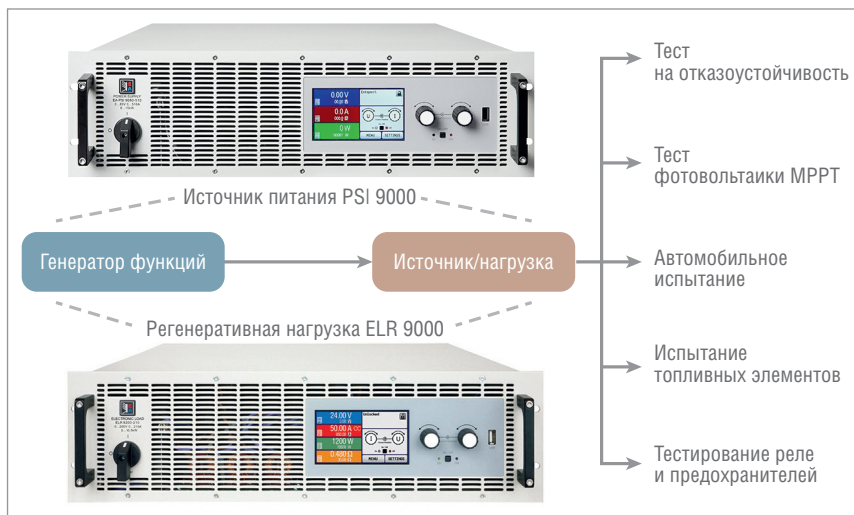


Рис. 10. Встроенный функциональный генератор расширяет возможности источника

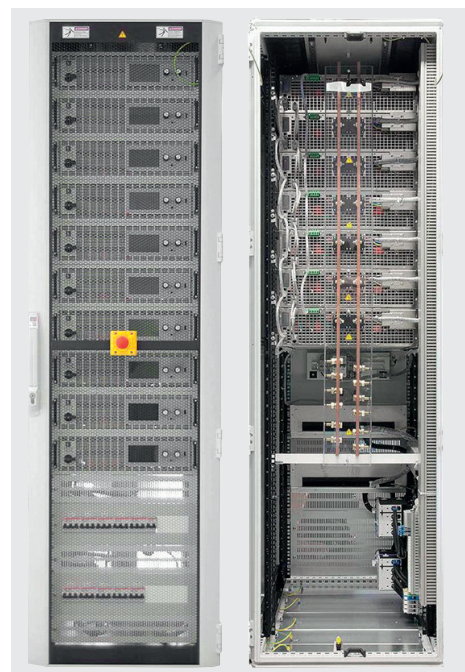


Рис. 11. Стойка с работающими параллельно источниками питания

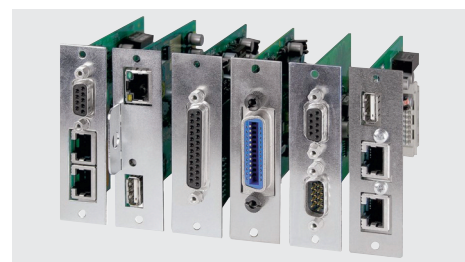


Рис. 12. Модули опциональных интерфейсов источников EA

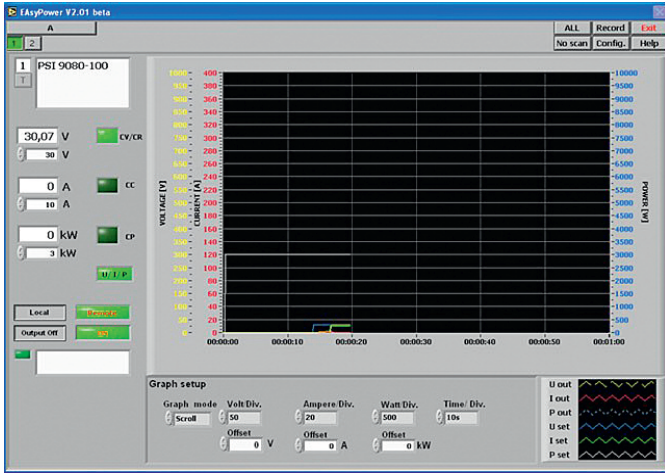


Рис. 13. Интерфейс программы EASYPower

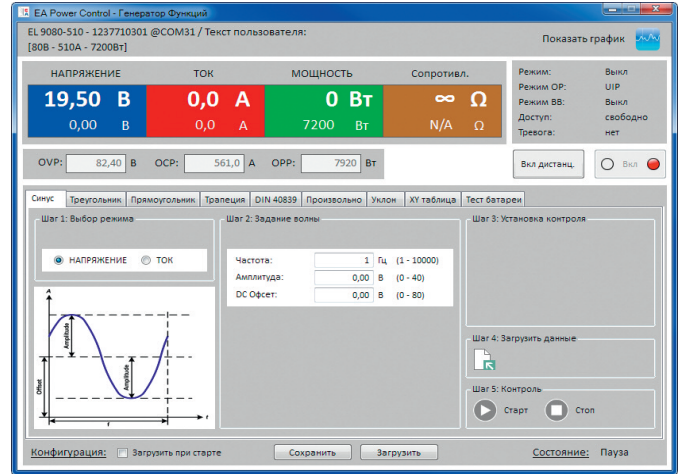


Рис. 14. Интерфейс программы EA Power Control. Генератор функций

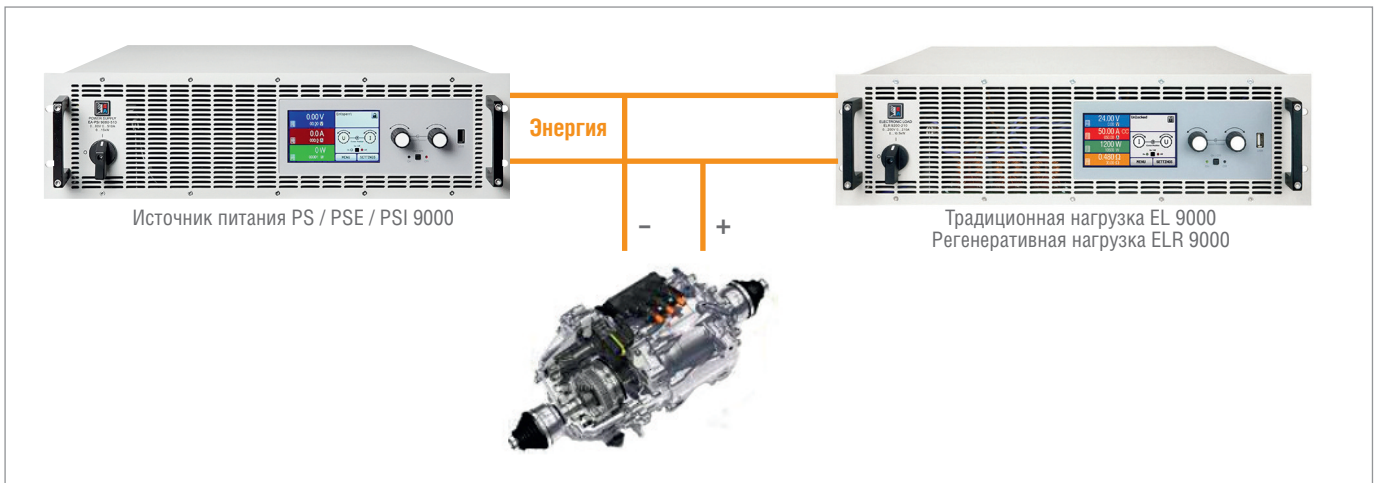


Рис. 15. Двухквадрантное функционирование

**ПРИМЕНЕНИЕ**

Многие программируемые источники питания являются высокоточными средствами измерения, поэтому могут использоваться в метрологии для поверки других источников и измерительных приборов, а также в технологических процессах, требующих гарантированной точности задания параметров по установленной программе. Эти импульсные источники питания с регулируемым диапазоном от нуля до номинального значения широко применяются, к примеру, для симуляции работы аккумуляторных батарей автомобилей. С их помощью можно проводить испытания бортового оборудования в условиях, максимально приближенных к естественным, включая имитацию разрядки/зарядки АКБ, «просадки» напряжения на её выходе при резком увеличении нагрузки, работу в связке с автомобильным генератором и электродвигателями с системой рекуперации (торможения), рис. 15. Двухквадрантная схема работы (рис. 16) достигается благодаря совместному функционированию источника и электронной нагрузки, связанных по встроенной шине System Bus. Связанные таким образом приборы могут управляться с компьютера, в то время как в системе ведущим является источник питания. При этом допустима работа в квадрантах I и II (рис. 17) при положительной полярности выходного напряжения источника. Такая схема применима для тестирования широкого спектра реактивных нагрузок (дроссели, катушки индуктивности, моторы постоянного тока, конденсаторные и аккумуляторные батареи, контакторы и т.п.).

А вот для тестирования автомобильного оборудования в реальных условиях предусмотрен даже специальный режим ра-

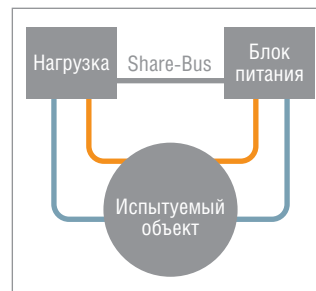


Рис. 16. Подключение источника, испытуемого объекта и нагрузки по двухквадрантной схеме

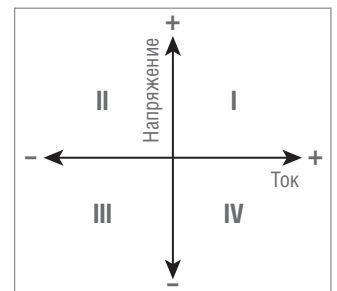


Рис. 17. Условное деление областей работы на квадранты

боты источника – функция DIN 40839 (график 6 на рис. 9). Данная функция симулирует поведение аккумуляторной батареи автомобиля во время пуска двигателя. Кривая строится из 5 участков со стандартными значениями выходных напряжений. В этом режиме используется электронная нагрузка, которая и формирует заданную кривую напряжения на выходе при постоянном выходном напряжении источника питания с ограничением тока нагрузки. Серия источников ELR как нельзя лучше подходит для решения описанных задач благодаря встроенной функции Power Sink (поглощение энергии). За данную функцию отвечает опциональный ZH-модуль. Силовые функции Power Sink реализованы в виде каскада мощных MOSFET-транзисторов, на которых может рассеиваться энергия, поступающая в источник в обратном направлении. Структура модуля Power Sink приведена на рис. 18. Силовым модулем управляет встроенная логика, за-

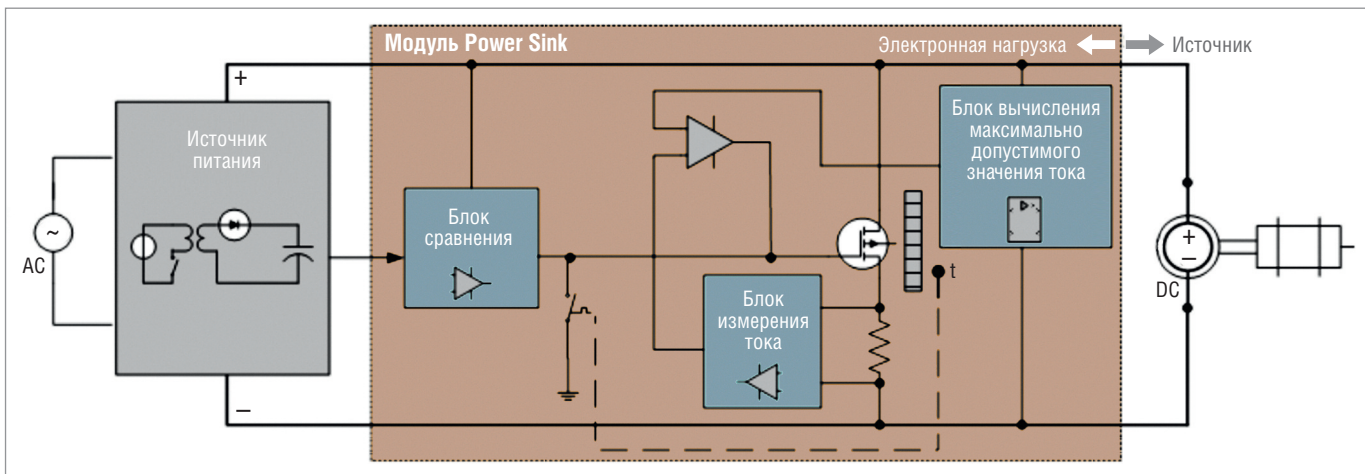


Рис. 18. Блок-схема модуля Power Sink

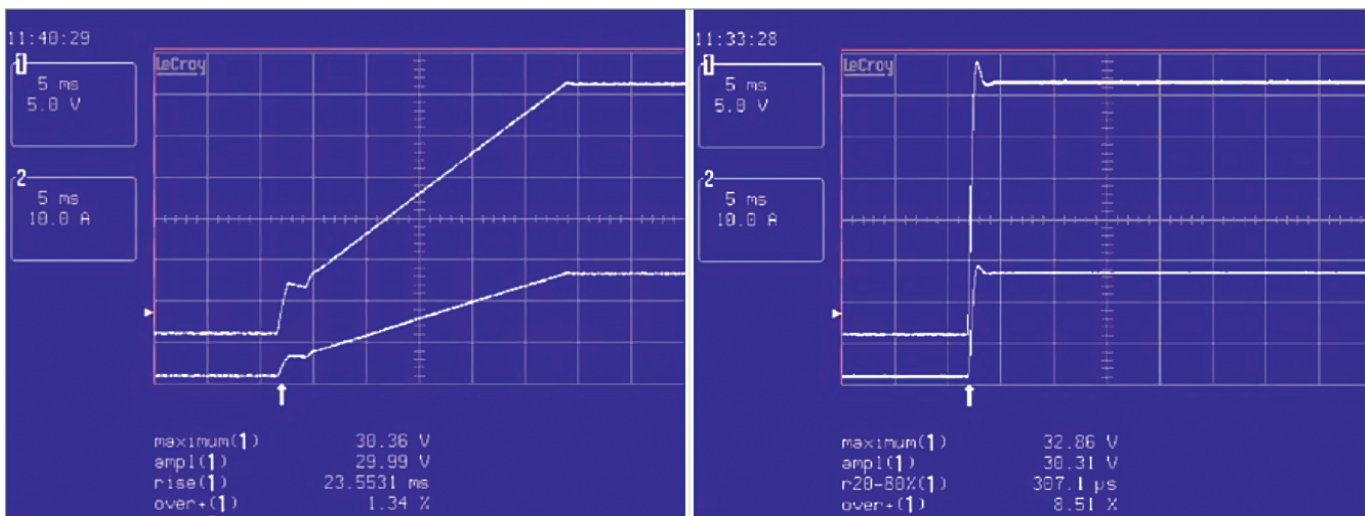


Рис. 19. Иллюстрация действия опции High Speed: слева – опция отключена, справа – включена

дачей которой является обнаружение обратного потока энергии и включение электронной нагрузки. Этот же опциональный ZH-модуль может быть использован и для достижения крутого фронта по выходному напряжению на холостом ходу источника. Модуль способен принимать и рассеивать пиковую мощность до 2400 Вт. Если требуется и крутой фронт по нарастанию напряжения на выходе источника, то в некоторых моделях предусмотрена функция High Speed (высокое быстродействие). Функция реализуется также в виде опции (HS) и позволяет за счёт оптимизации ёмкости выходных цепей на порядок снизить время нарастания напряжения на выходе, добиваясь (в комбинации с внешней электронной нагрузкой) нарастания от нуля до 100% менее чем за 1 миллисекунду. При этом надо помнить, что снижение ёмкости выходных цепей источника неминуемо ведёт к повышению уровня пульсаций напряжения на выходе. На рис. 19 приведены сравнительные осциллограммы источников без опции High Speed (слева) и с этой опцией (справа).

Широко применяются программируемые источники в электрохимическом производстве, где обслуживают установки гальванопластики и коррозионной защиты. В электротехническом производстве программируемые источники активно применяются для тестирования производимых электронных компонентов, ячеек аккумуляторных батарей, топливных элементов, электродвигателей. В производстве полупроводников программируемые источники применяются для питания установок выращивания кристаллов, а в такой области,

как производство энергосистем на основе солнечных батарей, программируемые источники и нагрузки оказались просто незаменимыми для тестирования оборудования: автономные солнечные энергоустановки немислимы сегодня без специализированных источников-драйверов. Применение, сходное с автотранспортом, нашли программируемые источники питания и в авионике, а в научно-исследовательских лабораториях они обеспечивают энергией сложные и требовательные к электропитанию лабораторные установки (например, мощные лазерные установки, плазменные и прочие импульсные генераторы). Сами же производители источников питания широко используют электронные нагрузки для тестирования собственных изделий.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы рассмотрели лишь одну линейку изделий, не коснувшись других интересных продуктов, таких как маломощные лабораторные источники, программируемые источники переменного тока, регулируемые источники постоянного тока высокой мощности – до 240 кВт и более. Все они также присутствуют в программе поставок EA Elektro-Automatik. Если у вас возникли вопросы о модельном ряде изделий, их характеристиках или применении, пожалуйста, обращайтесь к официальному дистрибьютору EA Elektro-Automatik в России – компании ПРОСОФТ. ●

E-mail: [textoed@gmail.com](mailto:textoed@gmail.com)

# КОМПЛЕКСНЫЕ ПОСТАВКИ ИБП



## ПОСТАВКА, ПУСКОНАЛАДКА, ИНТЕГРАЦИЯ

Широкий ассортимент ИБП, включая модели:

- для альтернативной энергетики
- для приложений с нестабильным основным питанием

