

# Новые модели программируемых источников питания производства TDK-Lambda

Виктор АЛЕКСЕЕВ,  
к. ф.-м. н

**Для широкого круга различных научных, технологических и промышленных приложений необходимы прецизионные мощные источники питания с возможностью удаленного контроля и управления. Признанным мировым лидером в разработке и производстве программируемых источников питания является корпорация TDK-Lambda. В статье рассмотрены новые модели серий Genesys и Z+ производства этой компании.**

## Введение

В ряде областей техники, науки и промышленности, таких, например, как автоматизированные производственные сети, системы мониторинга и тестирования различного рода оборудования, производство электронных компонентов, металлизация, травление и другие, необходимы специализированные источники питания (ИП) со стабильным и точным выходным напряжением, с возможностью локального и удаленного управления и непрерывного отслеживания параметров.

Компания TDK-Lambda, входящая в корпорацию TDK, является ведущим мировым производителем источников питания AC/DC, DC/DC-конвертеров и ЭМС/ЭМП-фильтров [1]. TDK была основана в 1935 г. для разработки и производства ферритовых изделий. В настоящее время корпорация является одним из крупнейших производителей электронных компонентов в мире. Более 100 офисов продаж и производственных площадок расположены в 30 странах по всему миру, в том числе и в России. Одно из направлений деятельности подразделения TDK-Lambda связано с разработкой и производством программируемых ИП.

В 2001 г. были выпущены первые модели программируемых ИП серии ZUP (сокращение от “Zero Up”), разработанные израильским подразделением компании.

Серия ZUP включает в себя линейки ZUP200, ZUP400 и ZUP800 с максимальной мощностью от 198 до 864 Вт и выходными напряжениями в диапазонах от 6 до 120 В. Существует достаточно много публикаций по разным моделям серии ZUP. Подробную информацию по этой серии можно найти на сайте [2].

Стоит отметить, что, несмотря на выход более современного аналога — серии Z+, серия ZUP широко используется в различных применениях и в настоящее время.

Немногим позже, в 2002 г., используя концептуальную базу ZUP, разработчики представили новую и более мощную серию Genesys, которая модернизируется и постоянно пополняется новыми моделями.

Самая последняя серия программируемых источников питания Z+ появилась в 2012 г. и с тех пор регулярно расширяется.

Серии ZUP, Genesys и Z+, оснащенные как цифровыми портами, так и аналоговыми интерфейсами, позволяют проводить непрерывный мониторинг выходного напряжения и тока, а также удаленно и с высокой точностью регулировать эти значения.

Набор драйверов для различных программных сред, в том числе поддерживающих Windows (доступны на сайте производителя) позволяют применять эти ИП в системах тестирования, управления производством и АСУ.

Рассмотрим подробно новые модели программируемых ИП TDK-Lambda серий Genesys и Z+.

## Новые 15-кВт ИП серии Genesys 3U

В серию Genesys входят высокоэффективные импульсные программируемые ИП типа AC/DC со значениями выходного напряжения и тока, регулируемые от нуля до номинала.

Модели этой серии выпускаются в различных конструктивах и на различные выходные напряжения. Линейка серии Genesys покрывает практически полностью диапазон стандартных значений напряжений питания, используемых во многих областях телекоммуникационной индустрии, промышленности, транспорта, техники, науки и медицины: GENH-1U (750 Вт), GEN-1U (750 Вт/1,5 кВт), GEN-1U (2,4 кВт), GEN-2U (3,3 кВт), GEN-2U (5 кВт), GEN-3U (10 кВт), ESS (10/15 кВт), EMHP (15–90 кВт). Подробная техническая документация размещена на сайте производителя [3].

В 2015–2016 гг. корпорация TDK-Lambda обновила линейку Genesys 3U и начала коммерческое производство новых моделей: GEN30–500, GEN40–375, GEN50–300, GEN-800–18,8, GEN-1000–15, GEN-1250–12, GEN-1500–10.

Основные технические параметры новых моделей показаны в таблице 1 [4].

Все новые модели серии Genesys 3U выполнены в стандартном конструктиве 19", 3U для монтажа в стойке Rack mount. Встроенный охлаждающий вентилятор имеет автоматическую регулировку скорости.

Основные параметры устройства обозначены в его расширенном наименовании. Пример расшифровки парт-номера ИП серии GEN приведен на рис. 1.

Таблица 1. Основные технические параметры новых моделей ИП серии Genesys 3U

Модель	Выходная мощность, Вт	Выходное напряжение, В	Выходной ток, А	Пульсации, мВ (RMS 5 Гц–1 МГц),	Импульсный шум (п-п, <20 МГц)	КПД, %, при 380 В для входа 400В
GEN30–500	15 000	0–30	0–500	20	60	88
GEN40–375		0–40	0–375	20	60	
GEN50–300		0–50	0–300	20	75	
GEN-800–18,8		0–800	0–18,8	80	700	93,5
GEN-1000–15		0–1000	0–15	100	800	
GEN-1250–12		0–1250	0–12	120	1000	
GEN-1500–10		0–1500	0–10	140	1400	

Новые ИП серии спроектированы для различных вариантов входных напряжений трехфазного переменного тока (рис. 1).

Если говорить о серии в целом, концепция линейки Genesys несет в себе следующие функциональные особенности:

- программируемые режимы стабилизации напряжения (CV) и стабилизации тока (CC);
- постоянная индикация выходного напряжения тока и напряжения на цифровых табло;
- постоянная индикация режимов работы с помощью соответствующих светодиодов;
- программирование параметров работы в локальном режиме с помощью органов управления на передней и задней панелях;
- программирование и управление через интерфейсы RS-232, RS-485;
- аналоговое программирование (уровни 0–5 или 0–10 В, 4–20 мА);
- соединение в режиме Multi-Drop (один «ведущий» и 30 «ведомых»);
- возможность дополнительного оснащения ИП интерфейсами GPIB, LAN или интерфейсом для изолированного аналогового программирования/мониторинга;
- возможность параллельной работы ИП в режиме «ведущий»/«ведомый» при активном распределении выходного тока.

Эти программируемые источники питания обеспечивают высокую удельную мощность и низкий уровень пульсаций (табл. 1).

Органы управления, позволяющие задать режим работы и выходные характеристики, размещены на передней и задней панели приборов. Внешний вид передней панели GEN30–500 показан на рис. 2 [5].

Внешний вид задней панели GEN30–500 показан на рис. 3.

Все новые модели серии Genesys 3U, так же, как и предыдущие, имеют стандартный встроенный 16-разрядный цифровой интерфейс RS-232/RS-485. В базисной комплектации прибора на разъем 5 (рис. 3) выведен интерфейс RS-232 со скоростью передачи от 1200 до 19200 кбит/с. Для выбора интерфейса используется переключатель SW1 (6): нижнее положение соответствует RS232, а верхнее переключает разъем в режим RS485.

Кроме того, по специальному заказу доступны модели с дополнительными интерфейсами LAN, IEEE (соответствие стандартам IEEE 488.2 & SCPI) и интерфейсом Isolated Analog (5/10 В, 4–20 мА). Интерфейс LAN соответствует стандарту LXI, Class C.

Необходимо обратить внимание на то, что, как отмечено в технической документации, дополнительные функции IEMD, LAN, Isolated Analog не сочетаются друг с другом, т. е. при заказе доступен только один из этих интерфейсов.

На индикаторном табло источника, оснащенного LAN, после подключения к сети высвечивается IP-адрес 169.254.xxx.xxx, который ИП назначает самостоятельно, но который пользователь может изменять. Таким

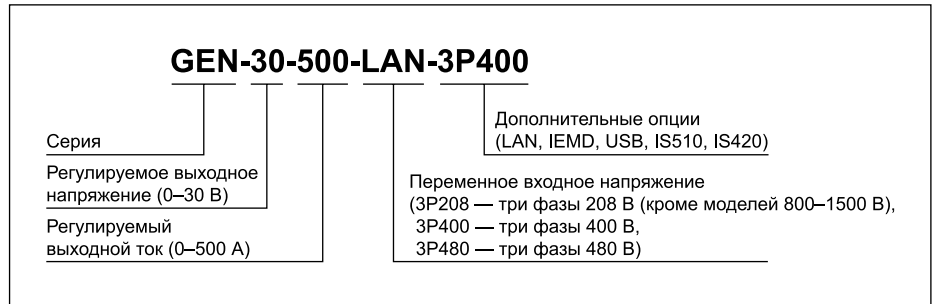


Рис. 1. Расшифровка расширенных наименований источников питания серии Genesys 3U

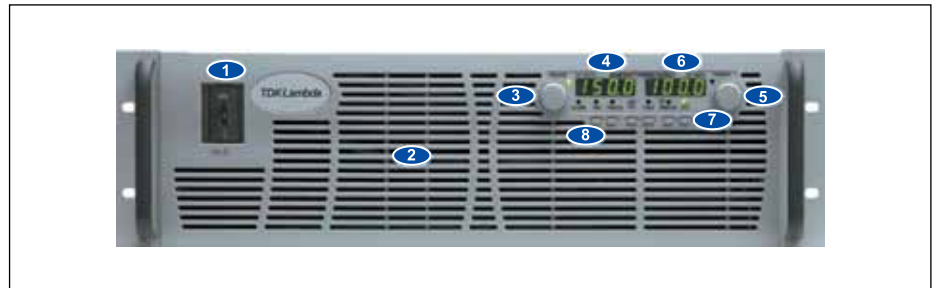


Рис. 2. Передняя панель программируемого ИП GEN30–500

1. Выключатель питания переменного тока AC ON/OFF.
2. Воздухозаборные окна.
3. Прецизионный 16-битный цифровой энкодер (датчик положения) для установки выходного напряжения и его граничных значений (OVP и UVL) в режиме работы с фиксированным напряжением.
4. Информационное табло для визуализации значений выходного напряжения, OVP и UVL.
5. Прецизионный 16-битный цифровой энкодер для установки значений выходного тока, его граничных значений и скорости передачи по цифровым интерфейсам в режиме работы с фиксированным током, а также для контроля работы в режиме Advanced Parallel mode.
6. Информационное табло для визуализации значений выходного тока, в режиме работы с фиксированным током, а также суммарного тока в режиме Parallel Master/Slave Mode.
7. Индикаторные светодиоды, показывающие активность текущей функции, например аварийная ситуация, точная настройка, предварительный просмотр настроек, режим ограничения тока, удаленный контроль, наличие выходного напряжения.
8. Кнопки выбора меню конфигурирования (слева направо):
  - FINE — кнопка переключения грубой и точной регулировки выходного напряжения и тока;
  - PREV — кнопка предварительного просмотра настроек и блокировки передней панели;
  - OVP/UVL — кнопка установки граничных значений выходного напряжения Over Voltage Protection (OVP) и Under Voltage limit setting (UVL);
  - FOLD — кнопка включения защиты по току в режиме Foldback Protection;
  - REM/LOC — кнопка переключения в режим локального контроля, а также установки адреса ИП и скорости передачи данных по портам RS-232/485;
  - OUT — кнопка включения/выключения выхода и безопасного автоматического перезапуска.

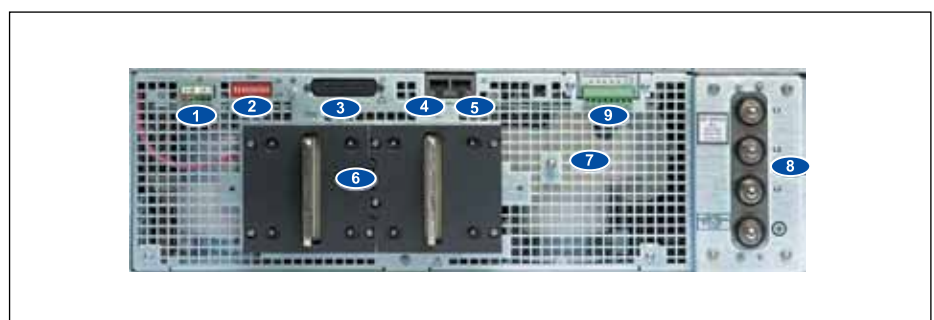


Рис. 3. Внешний вид задней панели GEN30–500

1. Разъем выбора режимов работы Remote/Local с помощью аналогового сигнала.
2. DIP — переключатели выбора шкалы настройки (0–5 или 0–10 В) и других параметров контроля.
3. Разъем DB25 (Female) для аналогового программирования режимов работы и контроля.
4. Разъем RS-485 OUT для подключения других устройств серии Genesys.
5. Разъем RS-232/RS-485 IN для удаленного управления и программирования.
6. Выходные разъемы—клеммы с резьбовыми штифтами для моделей > 300 В.
7. Защитная решетка.
8. Контакты для подключения входного переменного напряжения питания — клеммы с резьбовыми штифтами.
9. Дополнительные интерфейсы LAN (LXI Class C), GPIB (IEEE 488.2 SCPI), Isolated Analog Interface

образом, пользователь получает непосредственный доступ к ИП через веб-панель, а также возможность удаленного контроля и управления такой сетью электропитания.

Универсальный приборный интерфейс IEEE (GPIB), соответствующий стандарту IEEE488.2 SCPI, позволяет подключать к ИП внешний микроконтроллер для обработки данных.

Дополнительные интерфейсы LAN и IEEE позволяют реализовать режим работы Multi-Drop (многоточечная линия), в котором ведущее устройство, оснащенное LAN, может управлять сетью из тридцати ведомых устройств через RS-485, без использования интерфейсной платы GPIB в каждом ИП.

Работа с цифровыми интерфейсами реализуется либо с помощью визуально-графических приложений, либо с помощью специальных команд GEN series communication language. Формат данных: ASCII, 8 bits/character, no parity bit, one stop bit. Все команды разбиты на четыре группы: Initialization Control (инициализация), ID Control (контроль идентификационного имени), Output Control (управление выходом), Status Control (контроль состояния). Например:

- команда: **ADRn** устанавливает связь с модулем, имеющим указанный адрес “n”;
- команда: **IDN?** возвращает идентификационные данные источника питания, как строку ASCII (например, TDK-Lambda, GENX-Y);
- команда: **PV n** устанавливает необходимое выходное напряжение.

Наряду со стандартными, существуют и групповые команды (Global Output Commands), которые дают возможность быстрой установки одинаковых параметров на всех ИП сети. Так, например, по команде **GOUT OFF** будут отключены все источники сети.

Подробное описание всех специальных команд серии Genesys 3U приведено в инструкции пользователя [6]. Одна из основных характерных особенностей, благодаря которой программируемые ИП TDK считаются уникальными в своем классе, связана с расширенным набором локально и удаленно регулируемых параметров.

Основные регулируемые через аналоговый интерфейс параметры приведены в таблице 2.

В таблице 3 приведены значения дискретности и точности в разных режимах цифрового программирования и считывания показаний для ИП серии Genesys 3U.

Вместе с новыми моделями, упомянутыми в таблице 1, вся линейка Genesys 3U позволяет организовать системы питания для устройств с номинальными напряжениями питания от 7,5 до 1500 В при токах от 6,7 до 1000 А.

Несомненным преимуществом моделей серии Genesys 3U является то, что их можно подключать параллельно друг к другу (режим Advanced Parallel Master/Slave Mode). В этом режиме один модуль выступает в качестве «ведущего» и выполняет все функции управления и контроля. Остальные модули выполняют

Таблица 2. Параметры ИП серии Genesys 3U, контролируемые удаленно через аналоговый порт

Параметр		Описание
Vout	Программирование с помощью напряжения	0~100%, 0~5 В или 0~10 В, точность ±1% от выбранного напряжения Vo
Iout	Программирование с помощью напряжения	0~100%, 0~5 В или 0~10 В, точность ±1% от выбранного тока Io
Vout resistor	Программирование напряжения с помощью резисторов	0~100%, 0~5/10 кОм, точность ±1% от выбранного напряжения Vo
Iout resistor	Программирование тока с помощью резисторов	0~100%, 0~5/10 кОм, точность ±1% от выбранного тока Io
Shut-Off	Контроль отключения (задняя панель)	0,6 В — доступно, 2–15 В — недоступно
Output Current Monitor	Мониторинг выходного тока	0~5 А или 0~10 А, точность ±1% от выбранного пользователем значения
Output Voltage Monitor	Мониторинг выходного напряжения	0~5 В или 0~10 В, точность ±1% от выбранного пользователем напряжения
Power Supply OK	Контроль напряжения питания	TTL high — ОК, TTL 0 В — авария
CV/CC	Индикация режима стабилизации напряжения/тока	CV: TTL (4–5 В), CC: TTL Low (0–0,4 В)
SO (Shut Off)	Блокировка выхода	Замкнутый сухой контакт: режим “On”; разомкнутый контакт: режим “Off”
Local/Remote Control	Удаленный контроль	Выбор режима удаленного (2–15 В) или локального (0–6 В) контроля с помощью напряжения
Local/Remote Indication	Индикация местного/удаленного режима	Открытый коллектор: максимальное напряжение 30 В, ток утечки 10 мА

Таблица 3. Значения дискретности и точности при цифровом программировании и считывании показаний ИП серии Genesys 3U

Параметр		Описание
Vout	Точность программирования выходного напряжения	±0,5% от заданного выходного напряжения
Iout	Точность программирования выходного тока	±0,5% от заданного выходного тока для Io < 187,5 А, ±0,7% от заданного выходного тока для Io ≥ 187,5 А
Vout	Шаг программирования выходного напряжения	0,02% от Vo (заданного)
Iout	Шаг программирования выходного тока	0,04% от Io (заданного)
Vout	Точность считывания выходного напряжения	±(0,1% от Vo (фактического) + 0,2% от Vo заданного)
Iout	Точность считывания выходного тока	±(0,1% от Io (фактического) + 0,4% от Io (заданного))
Vout	Шаг считывания выходного напряжения	0,02% от Vo (заданного)
Iout	Шаг считывания выходного тока	0,02% от Io (заданного)
Прочие параметры		Установка порогов OVP/UVL; установка значений “Local/Remote”, “Operating parameters”, “Status”, “Identification”, “Foldback Delay” и др.

пассивную роль, умножающую выходную мощность. Таким образом, до четырех ИП серии Genesys 3U могут работать, как один блок питания мощностью 60 кВт. Следует отметить, что конструкция воздухозаборных окон позволяет размещать ИП в стойке вплотную друг к другу, без дополнительного зазора между ними, что существенно экономит занимаемое оборудованием пространство.

Два ИП серии Genesys 3U можно подключать последовательно друг другу в режиме Series operation. Данный режим позволяет увеличить выходное напряжение или создать двухполярный источник питания. Режим автоматического перезапуска Auto-Restart позволяет вернуться к предыдущим настройкам с использованием функции Last Setting Memory сразу после включения питания. А при выборе режима безопасного перезапуска (Safe Start) ИП вернется к предыдущим установкам только после получения команды пользователя на включение выхода. Функции OVP (Over Voltage Protection) и UVL (Under Voltage limit setting) задают допустимые границы изменений выходного напряжения. Функция Foldback Protection обеспечивает надежную защиту от перегрузок по току, отключая выход при приближении к порогу токоограничения.

Новые модели ИП поддерживают работу с такими инструментальными платформами,

как NI LabVIEW и NI LabWindows, и могут использоваться в различных тестовых установках и в сложных производственных линиях.

На сайте TDK-Lambda [7] доступны для бесплатного скачивания драйверы для LabView, LabWindows, а также драйверы IVI-Com и IVI-C для последовательного соединения, IEEE, LAN.

На всю продукцию серии Genesys дается пятилетняя гарантия. Все новые модели этой серии имеют сертификаты CE (Low Voltage and EMC Directives), RoHS, Safety Agency approvals UL/cUL 60950-1 и EN 60950-1.

Подробная техническая документация на новые ИП серии Genesys 3U доступна на сайте [8].

### Новые модели малогабаритных программируемых 800-Вт ИП серии Z+

В серию Z+ входят малогабаритные программируемые ИП средней мощности. Эта серия изготовлена в корпусе стандарта 2U с габаритами 83×70×350 мм (базовый вариант). В зависимости от использования, существуют два варианта исполнения — корпус настольного типа и корпус для монтажа в стойку 19-inch rack. В такой стойке можно смонтировать до шести ИП серии Z+ стандартного исполнения.

**Таблица 4.** Линейный ряд программируемых источников серии Z+

Номинал напряжения/ мощности, В	200 Вт	400 Вт	600 Вт	800 Вт
0–10	Z10-20	Z10-40	Z10-60	Z10-75
0–20	Z20-10	Z20-20	Z20-30	Z20-40
0–36	Z36-6	Z36-12	Z36-18	Z36-24
0–60	Z60-3.5	Z60-7	Z60-10	Z60-14
0–100	Z100-2	Z100-4	Z100-6	Z100-8
0–160	Z160-1.3	Z160-2.6	Z160-4	Z160-5
0–320	Z320-0.65	Z320-1.3	Z320-2	Z320-2.5
0–375	–	–	–	Z375-2.2
0–650	Z650-0.32	Z650-0.64	Z650-1	Z650-1.25

Линейка содержит модели четырех номиналов мощностей (от 200 до 800 Вт), и девять номиналов напряжений (табл. 4).

Первый символ в названии обозначает серию: Z+. А идущие за ним цифры обозначают, соответственно, выходное напряжение (В) и выходной ток (А). Все ИП этой серии работают с входным напряжением однофазного переменного тока 85–265 В (47–63 Гц).

Общая идеология серии Z+, как управляемых в полном диапазоне источников тока и напряжения, соответствует рассмотренным выше сериям ZUP и Genesys. Но есть и существенные различия. Это касается, прежде всего, удельной мощности, функциональности, и возможностей управления.

Новые ИП почти в полтора раза компактнее и легче своих предшественников (серии ZUP) при той же выходной мощности, ведь модель мощностью 800 Вт разработчикам удалось разместить в том же корпусе, что и 200-Вт блок.

Новая разработка обладает микропроцессором, работающим на частоте 72 МГц и максимальным временем обмена данными 57 600 бод/с (серия ZUP, для сравнения, имеет 33-МГц микропроцессор и скорость 9600 бод/с). За счет этого среднее время исполнения команд уменьшилось вдвое.

В ИП серии Z+ использованы модернизированные, более комфортные органы управления: кнопки управления на передней панели, которые имеют светодиодную самоподсветку, и двухфункциональные энкодеры. Они предназначены для управления внешними сигналами и совмещены с переключающей кнопкой, что позволяет при вращении выбрать необходимое значение, а при нажатии — зафиксировать это значение и перейти к следующему разделу настроек.

На рис. 4 показаны три варианта исполнения передней панели ИП серии Z+ (слева — базовая модель без дополнительных опций, вариант L — в центре, вариант L2 — справа) [9].

Еще одно отличие органов управления серии Z+ заключается в том, что все настройки источника Z+ задаются с помощью системы настроечных меню (рис. 4). Существует три вида меню: главное меню, меню связи и меню защит. Вход в эти меню настроек при ручном управлении осуществляется при на-



**Рис. 4.** Три варианта исполнения передней панели ИП серии Z+:

а) базовая модель без дополнительных опций; б) вариант L; в) вариант L2

1. Включение/выключение входного питания переменного тока (AC ON/OFF).
2. Кнопка главного меню, предназначенная для:
  - выбора между аналоговым или цифровым режимом управления;
  - установки параметров управления задней панелью;
  - управления памятью;
  - настройки параллельного режима работы;
  - контроля версии программного обеспечения.
3. Прецизионный комбинированный цифровой энкодер для выбора выходного напряжения, совмещенный с кнопкой перехода по пунктам меню.
4. Цифровой монитор выходного напряжения и параметров предварительной установки напряжения.
5. Прецизионный комбинированный цифровой энкодер для выбора выходного тока, совмещенный с кнопкой перехода по пунктам меню.
6. Цифровой монитор для показаний выходного тока, а также для просмотра параметров тока в режиме предустановки.
7. Индикаторный диод режима работы с фиксированным напряжением.
8. Индикаторный диод режима работы с фиксированным током.
9. Дополнительные программируемые выходы для варианта передней панели L.
10. Дополнительные программируемые выходы с изолированными разъемами для варианта передней панели L2.
11. Индикаторная кнопка контроля выхода OUTPUT, предназначенная для включения/отключения напряжения на выходе ИП, а также для восстановления работоспособности при выключении в аварийных ситуациях (срабатывание защиты OVP, UVP, FOLD).
12. Индикаторная кнопка REM, предназначенная для переключения между режимами Local Control и Remote Control.
13. Индикаторная кнопка PREV для контроля текущего выходного напряжения и параметров его контроля.
14. Индикаторная кнопка FINE, предназначенная для переключения между режимами грубой и точной настройки.
15. Индикаторная кнопка PROT для установки и контроля защиты от перегрузок по току и напряжению OVP, UVP, FOLD.

жати клавиш на передней панели: “Menu”, “Rem”, “Prot” (их можно увидеть на рис. 4).

В главном меню (раздел “Menu”) задаются следующие параметры:

- режим управления (локальный или удаленный);
  - режим параллельной работы;
  - форма кривой выходного напряжения;
  - выбор ячеек памяти;
  - тип аналоговых управляющих сигналов.
- В разделе связи (“Rem”) можно установить:
- активный интерфейс;
  - адрес источника в сети;
  - скорость передачи по интерфейсам;
  - IP- и MAC-адрес при работе с LAN-интерфейсом;
  - язык программирования.

Меню защит (“Prot”) предназначено для установки параметров защиты от перегрузок по току и напряжению.

В каждом из этих общих разделов можно с помощью энкодера выбрать необходимый подраздел, установить необходимый параметр и подтвердить ввод его значения.

Видеоинструкция по работе с органами управления ИП серии Z+ приведена на сайте компании.

Еще одно отличие заключается в том, что все базовые модели серии Z+ имеют встроенный USB и оснащены также встроенными интерфейсами RS-232 и RS-485. Кроме того,

по заказу доступны модели с дополнительными интерфейсами: LAN (SCPI-compatible), IEEE488.2 SCPI (GPIB) Multi-Drop, Isolated Analog Programming.

Как и в случае с линейкой GENESYS, в каждой модели доступен только один из перечисленных дополнительных интерфейсов, которые указываются в расширенном наименовании изделия вместе с другими возможными опциями. Например, модель Z10-20-LAN-L имеет дополнительный интерфейс LAN и переднюю панель типа L. Вариант L соответствует передней панели, на которой расположены дополнительные силовые выходы в виде разъемов типа «binding post, Ø4mm», рассчитанные на напряжение до 60 В и ток до 24 А. А если необходим высоковольтный изолированный разъем, рассчитанный на рабочее напряжение 650 В, то необходимо заказать опцию L2.

На рис. 5 показана задняя панель для двух вариантов исполнения ИП серии Z+: левый рисунок соответствует стандартному варианту с базовыми интерфейсами RS-232, RS-485, USB; на правом показан разъем для поставляемых по специальному заказу ИП с дополнительными интерфейсами.

В серии Z+ также поддерживается соединение типа Multi-Drop, позволяющее создавать сеть, состоящую из 31 ИП (рис. 6).

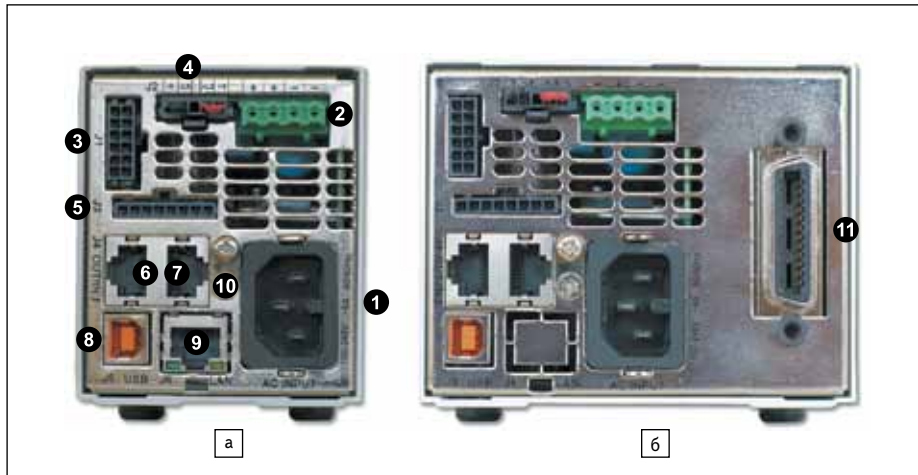


Рис. 5. Два варианта задней панели ИП серии Z+:

а) стандартный вариант с базовыми интерфейсами RS-232, RS-485, USB; б) вариант с дополнительными интерфейсами

1. Вход переменного напряжения питания (разъем IEC320-16).
2. Шины «+» и «-» выходного напряжения (винтовое соединение мощных клемм).
3. Разъем J1 для локального контроля и управления с помощью аналогового сигнала.
4. Разъем J2 для подключения удаленного контроля и программирования выходного напряжения на нагрузку с помощью резисторов.
5. Интерфейс сигналов контроля и управления, изолированный от выходного напряжения.
6. Выход интерфейса RS-485 (RJ-45 type).
7. Вход интерфейсов RS-232/485.
8. Разъем USB.
9. Разъем LAN (RJ-45).
10. Винт M4X8 для заземления шасси.
11. Дополнительные интерфейсы GPIB или Isolated Analog Interface

Так же, как и в описанной выше серии Genesys 3U, ИП серии Z+ могут контролироваться и программироваться с помощью внешних аналоговых сигналов или рези-

сторных переключек. Удаленный цифровой контроль и программирование возможны по портам USB, RS-232/485, а также с помощью шины LAN или GPIB.

Для возможности совмещения с сериями Genesys управление портами RS-232/485, USB в серии Z+ осуществляется с помощью языка GEN series communication language. Кроме того, в этой серии поддерживаются все стандартные команды языка SCPI, обычно применяемые для программируемых приборов с использованием ASCII в соответствии со стандартом IEEE 488.2. В системе SCPI Z+ команды разбиты по функциональным признакам на две большие группы: SCPI Common Commands и SCPI Subsystem Commands. Специальные подсистемные команды содержатся в отдельных группах: Output Subsystem; Instrument Subsystem; Voltage Subsystem; Current Subsystem; Measure Subsystem; DISPlay Subsystem; INITiate Subsystem; LIST Subsystem; STATus Subsystem; SYSTEM Subsystem; TRIGger Subsystem; WAVE Subsystem; Global Subsystem. Как следует из названий, они определяют конкретную группу функций, например контроль выходного напряжения, контроль тока, форму кривой напряжения и т. д.

Подробно эти коммуникационные языки рассмотрены, например, в [11]. Работа с интерфейсом IEEE488.2 SCPI (GPIB) Multi-Drop описана в [12]. Инструкция пользователя [13] посвящена интерфейсу LAN этой серии.

Еще одной важной особенностью является возможность задания произвольных форм выходных сигналов напряжения и тока. Это могут быть одноступенчатые (рис. 7а), многоступенчатые (рис. 7б) и формы с произвольным линейным наклоном (рис. 7в).



Рис. 6. Соединение типа Multi-Drop серии Z+

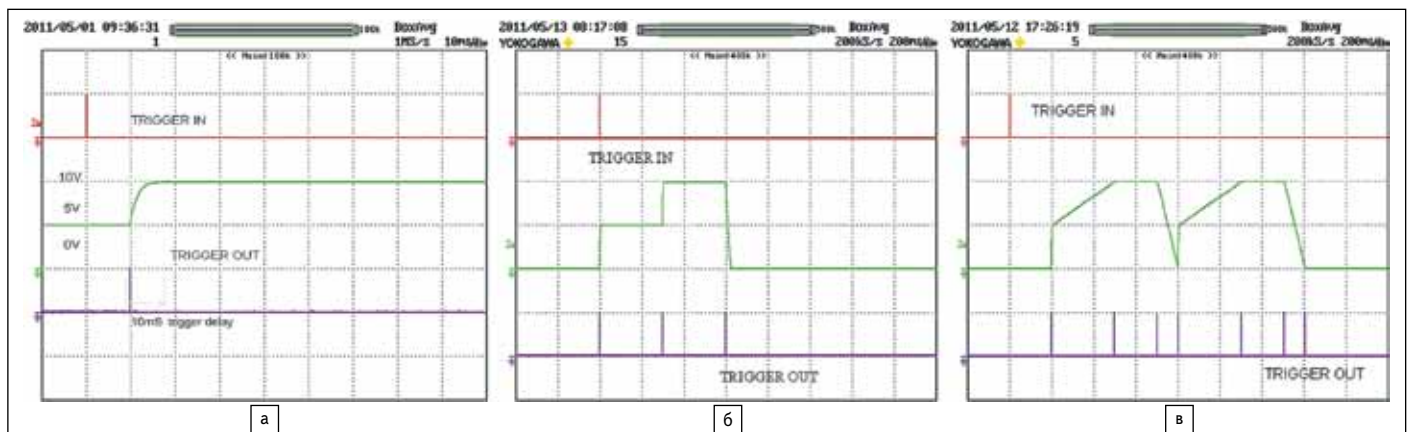


Рис. 7. Возможность задания произвольных функций: а) одноступенчатых; б) многоступенчатых; в) с произвольным линейным наклоном

Настройки задания таких функций осуществляются с помощью обмена командами, с помощью различных программных средств, созданных заказчиком, а также графических интерфейсов, разработанных производителем и доступных на CD-носителе и на сайте разработчика в разделе «Программируемые источники питания». Принцип задания остается тем же: создается последовательный список значений тока или напряжения, соответствующих точкам изменения их уровня, а также список временных значений, соответствующих необходимому времени задержки сигнала на одном уровне или времени перехода на следующий уровень.

Следует подчеркнуть, что настройки любой заданной формы можно занести в память прибора и вывести в дальнейшем без необходимости повторного задания всех параметров и обращения к компьютеру. Для этого отведены четыре ячейки памяти. Еще более удобную работу с модулем обеспечивают четыре других ячейки памяти, которые предусматривают сохранение общих настроек модуля, таких как защита по перенапряжению, управление по определенному интерфейсу, значения выходного напряжения или тока, режим перезапуска и другие параметры.

Для увеличения выходной мощности ИП серии Z+ могут работать в параллельном режиме «ведущий–ведомый», объединяющем до шести устройств. С целью увеличения выходного напряжения или обеспечения двухполярного питания, два источника серии Z+ можно подключать последовательно.

Новые модели серии Z+ рассчитаны на выходные напряжения 160, 320, 375 и 650 В.

Также они имеют знак сертификации CE и соответствуют стандартам ЕС для низковольтного оборудования EN55022/EN55024 и IEC/EN61326-1 (FCC часть 15-B и ВССI-A, B), а также требованиям стандартов по электробезопасности UL/EN/IEC61010-1 и UL/EN60950-1. Они также внесены в Госреестр средств измерений и имеют сертификат ЕАС по безопасности в соответствии с ТРТС 004.

На все оборудование дается пятилетняя гарантия.

Подробное описание моделей ИП серии Z+ можно найти в инструкции пользователя [15].

## Заключение

Приведенное краткое описание новых моделей ИП серий Genesys 3U и Z+ позволяет говорить о том, что программируемые ИП TDK-Lambda не имеют аналогов в мире в плане универсальности, функциональности и надежности. Благодаря этому они являются оптимальным решением для использования в системах электропитания малой, средней и большой мощности, где необходим точный автоматизированный контроль выходных напряжений и токов, например в таких приложениях, как удаленно управляемое оборудование, испытательные стенды, автоматизированные промышленные системы, линии напыления и металлизация, производство электронных компонентов, гальваническое производство, различного рода научные и технологические лаборатории.

В разработках специализированных систем электропитания средней мощности рекомендуется использовать новые модели серии Z+. Для более мощных применений (от 15 до 60 кВт) лучше подойдут ИП серии Genesys 3U.

На сайте [1] доступна техническая документация на русском языке. Функция быстрого поиска позволяет в течение нескольких минут найти необходимый источник питания [16]. Кроме того, можно использовать параметрический поиск программируемых ИП ZUP, Z+ и Genesys, с конкретной номинальной мощностью от 200 Вт до 15 кВт. Также доступна опция поиска по области применения.

Все программируемые ИП TDK-Lambda серий ZUP, GENESYS (кроме некоторых новых моделей GEN3U), Z+ прошли тесты в Государственном метрологическом центре и утверждены, как средства измерения с внесением в Госреестр СИ РФ. Поэтому они могут на законных основаниях использоваться в РФ в различного рода автоматических системах контроля и измерительных комплексах [17].

TDK-Lambda постоянно работает над разработкой новых решений в области электропитания, которые можно отнести к потенциальным флагманам рынка на несколько лет вперед. Так, в скором времени ожидается выпуск новых программируемых ИП GENESYS+. Это будут высокоэффективные устройства с новым набором режимов и функций, несущие на борту технологию DSP и обеспечивающие мощность от 1,7 до 5 кВт в корпусе 1U.

Следует обратить внимание на тот факт, что израильское отделение TDK со штаб-квартирой в Кармиеле (Karmiel) [18] не поддерживает антироссийские санкции на поставку специального оборудования. Поэтому данная фирма может импортировать в РФ любые программируемые ИП TDK безо всяких ограничений.

## Литература

1. <https://tdk-lambda.ru/about/tdk-lambda.aspx>
2. [http://www.tdk-lambda.com/products/sps/ps\\_adj/zup/indexe.html#](http://www.tdk-lambda.com/products/sps/ps_adj/zup/indexe.html#)
3. [http://www.us.tdk-lambda.com/hp/product\\_html/genesys3u15.htm](http://www.us.tdk-lambda.com/hp/product_html/genesys3u15.htm)
4. [http://www.us.tdk-lambda.com/hp/product\\_html/genesys3u15.htm](http://www.us.tdk-lambda.com/hp/product_html/genesys3u15.htm)
5. <http://www.us.tdk-lambda.com/hp/pdfs/data%20sheets/93530001K2.pdf>
6. <https://tdk-lambda.ru/KB/GenesysTM-3U-Series-User-Manual.pdf>
7. [www.us.tdk-lambda.com/hp/register.htm](http://www.us.tdk-lambda.com/hp/register.htm)
8. [http://www.us.tdk-lambda.com/hp/pdfs/Product\\_manuals/83530000.pdf](http://www.us.tdk-lambda.com/hp/pdfs/Product_manuals/83530000.pdf)
9. <https://tdk-lambda.ru/KB/Zplus-Shortform-Datasheet.pdf>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=gmir5ljB4Bk>
11. [http://www.us.tdk-lambda.com/ftp/manuals/z200w-800w\\_manual.pdf](http://www.us.tdk-lambda.com/ftp/manuals/z200w-800w_manual.pdf)
12. [http://www.us.tdk-lambda.com/ftp/manuals/zplus\\_ieee\\_manual.pdf](http://www.us.tdk-lambda.com/ftp/manuals/zplus_ieee_manual.pdf)
13. [http://www.us.tdk-lambda.com/ftp/manuals/zplus\\_lan\\_manual.pdf](http://www.us.tdk-lambda.com/ftp/manuals/zplus_lan_manual.pdf)
14. <https://uk.tdk-lambda.com/technical-centre/software-tools.aspx>
15. <https://uk.tdk-lambda.com/KB/Zplus-User-Manual-high-voltage-models-160V-to-650V.pdf>
16. <https://tdk-lambda.ru/KB/----TDKLambda.pdf>
17. <https://tdk-lambda.ru/products/product-details.aspx?scid=314>
18. <http://tdk-lambda.co.il/>