

## **Источники электропитания в корпусе на DIN-рейку серии EL от компании «ЭЛИМ»**

**Виктор Алексеев, к. ф-м. н.**

*Компания «ЭЛИМ», основанная в 2001 году в Санкт-Петербурге, является одним из известных российских производителей источников питания для промышленности, транспорта и других отраслей. Одно из приоритетных направлений деятельности фирмы «ЭЛИМ» связано с разработкой и изготовлением источников питания в конструктиве DIN Rail. Новая серия EL включает четыре семейства импульсных AC/DC-преобразователей со стандартным набором выходных напряжений постоянного тока 5, 12, 24, 48 В и расширенным диапазоном входных напряжений. Конвертеры серии EL предназначены для эксплуатации в режиме AC/DC со всеми стандартными сетями переменного тока 115/220/380 В. За исключением нескольких моделей конвертеры серии EL могут работать в режиме DC/DC с постоянным входным напряжением. Сервисный центр «ЭЛИМ» проводит гарантийное и послегарантийное обслуживание источников питания как собственного производства, так и зарубежного оборудования, которое компания «ЭЛИМ» поставляет на российский рынок, будучи официальным дистрибьютором.*

### **Введение**

Основная сфера деятельности компании «ЭЛИМ» связана с комплексным решением задач в области обеспечения различного оборудования качественными и надежными системами электропитания. Кроме того, «ЭЛИМ» поставляет блоки питания (БП) производства ведущих мировых фирм, среди которых можно назвать, например, M.Riedel, Deutronic, EA, Powernet, Sunpower, Power Mate и другие. Как дополнительный сервис «ЭЛИМ» предлагает поставки качественных электронных компонентов по каталогу Farnell [1]. Одним из важных элементов структуры фирмы является инженерный центр (ИЦ «ЭЛИМ»), что позволяет фирме регулярно разрабатывать и выпускать новые модели на базе последних мировых инновационных решений. Профессионализм и накопленный опыт дают возможность ИЦ компании реализовывать сложные технические разработки по индивидуальным проектам заказчиков.

В настоящее время «ЭЛИМ» проектирует и изготавливает как стандартные, так и нестандартные источники вторичного питания, ИБП, управляемые источники питания, а также ИП для силовой электроники, разработкой и выпуском которых фирма занимается более десяти лет.

Производственные мощности «ЭЛИМ», имеющие необходимые технологии и оборудование, позволяют создавать как одиночные образцы, так и малые партии источников питания. В случае крупносерийных партий заказ размещается на контрактном производстве. При этом окончательная настройка и выходной контроль реализуются в фирме «ЭЛИМ». Продукция компании соответствует российским и зарубежным стандартам безопасности и электромагнитной совместимости.

Специализированный сервисный центр «ЭЛИМ», успешно действующий более семи лет, осуществляет гарантийный и послегарантийный ремонт и обслуживание источников питания.

Производственная компания «ЭЛИМ» выпускает широкую номенклатуру преобразователей напряжений переменного тока AC/DC, перекрывающую основные

диапазоны входных и выходных параметров, необходимых для систем вторичного электропитания телекоммуникационного, промышленного и специального оборудования.

## Конвертеры AC/DC серии EL

Одно из приоритетных направлений деятельности фирмы «ЭЛИМ» относится к разработке и производству источников питания в конструктиве DIN Rail TH35 (DIN-рейка).

Новая серия EL включает четыре семейства импульсных AC/DC-преобразователей со стандартным набором выходных напряжений постоянного тока 5, 12, 24, 48 В и расширенным диапазоном входных напряжений. В этой серии, в зависимости от модели, используются наиболее популярные в промышленных и телекоммуникационных приложениях диапазоны мощностей в пределах 25–1000 Вт.

Конвертеры серии EL предназначены для эксплуатации в режиме AC/DC со всеми стандартными сетями переменного тока 115/220/380 В. За исключением нескольких моделей, конвертеры серии EL могут работать и в режиме DC/DC с постоянным входным напряжением.

Использование современных технологий позволило получить в моделях серии КПД до 93% при высокой динамической выходной мощности.

Маркировка серии выглядит следующим образом: EL-25-05А/В/С-L, где EL — наименование серии; 25 — мощность; 05 — выходное напряжение; А — вход по переменному току 1 фаза; В — вход по переменному току 2 фазы; С — вход по переменному току 3 фазы, L — зарядное устройство.

Внешний вид моделей серии EL показан на [рис. 1](#).

На каждом конвертере имеется табличка, на которую нанесены следующие маркировочные данные:

- изображение товарного знака предприятия-изготовителя;
- условное обозначение (индекс) изделия;
- порядковый номер изделия по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- основные технические параметры.



**Рис. 1.** Внешний вид моделей серии EL

В зависимости от мощности конвертеры серии EL имеют различные габаритные размеры: 50×120×50 мм (маломощные 25 и 70 Вт); 55×110×105 мм (средней мощности 120 и 180 Вт); 72×115×135 мм (средней мощности 330 Вт); 85×120×140 мм (средней мощности 600 и 1000 Вт).

Все модели серии EL имеют следующие общие черты:

- Конструктив: корпус на DIN-рейку.

- Вход: переменный ток с частотой 47–63 Гц.
- Выход: 1 канал постоянного тока.
- Количество выходных каналов: 1.
- Задержка при включении: 1 с (max).
- Пульсации  $V_{pp}$ : не более 80 мВ.
- Увеличение выходного тока и мощности: параллельное включение.
- Гальваническая развязка (вход/выход, переменный ток): 3000 В.
- Гальваническая развязка (вход/корпус, переменный ток): 1605 В.
- Гальваническая развязка (выход/корпус, переменный ток): 500В.
- Запуск на емкостную нагрузку: не более 50 000 мкФ.
- Класс защиты: IP20.
- Охлаждение: конвекция.
- Интерфейс: клеммные колодки 2,5 мм.
- Надежность: не менее 500 000 ч.
- Влажность: 95% (без конденсата при +25 °С).
- Температура хранения: –40...+85 °С.
- Диапазон рабочих температур: –25...+70 °С.
- Три года гарантии.

В номинальных режимах работы температура нагрева частей конвертеров серии EL, соприкасающихся с электрической изоляцией, соответствует значениям, установленным ГОСТ 8865.

Верхняя граница рабочего температурного диапазона для моделей EL50xxA окружающего воздуха составляет +50 °С, а для остальных — +60 °С. Все конвертеры сохраняют работоспособность при температуре +70 °С, однако выходной ток при этом будет достигать 50–75% от номинального значения. При больших температурах ИП прекращает работу и автоматически перезапускается, когда температура внутри корпуса прибора падает ниже –70 °С.

Все модели изготовлены в корпусах для крепления на DIN-рейку (ГОСТ Р МЭК 60715-2003) [2].

В верхней части корпуса расположены выходные клеммные колодки (2,5 мм), светодиодный индикатор исправности конвертера (PG) и потенциометр для точной подстройки выхода.

В линейке конвертеров серии EL есть модели, предназначенные для работы с входными напряжениями одно-, двух-, трехфазных сетей переменного тока. [3].

Существует два типа конвертеров серии EL. Модели малой мощности EL-25-05A, EL-50-12A, EL-50-24A, EL-600-24C, EL-960-24C могут работать только с переменным током по входу с сетями стандартов AC–220 В и AC–110 В. В этих моделях допускается нерегулируемый широкий диапазон граничных входных напряжений, который в технических характеристиках на сайте [www.elim.ru](http://www.elim.ru) называется «Входное напряжение (AC)».

Например, для модели EL-50-24A в технических характеристиках приводится два параметра входного напряжения [4]:

- Номинальное входное напряжение (AC): 115/230 В.
- Входное напряжение (AC): 90–264 В.

Данные параметры указывают, что модель может работать в сетях переменного тока (220–240 В, 50 Гц) и (100–127 В, 60 Гц).. Это наиболее экономичный класс моделей серии EL.

Другой класс моделей этой серии может функционировать по входу как с переменным, так и с постоянным напряжением (табл. 1–5). В этих моделях приводится четыре входных параметра.

Например, для модели EL-300-24A входные параметры выглядят следующим образом [5]:

- Номинальное входное напряжение (АС): 115/230 В.
- Входное напряжение (АС): 170–264 В.
- Входное напряжение (АС-2): 90–135 В (выбирается).
- Входное напряжение (DC): 238–370 В.

Первый параметр означает, что данный конвертер может работать с сетями переменного тока АС–220 В и АС–110 В. Причем данный класс моделей имеет переключатель, который позволяет выбрать один из обоих стандартов.

Второй параметр означает диапазон допустимых входных напряжений переменного тока для сетей АС–220 В.

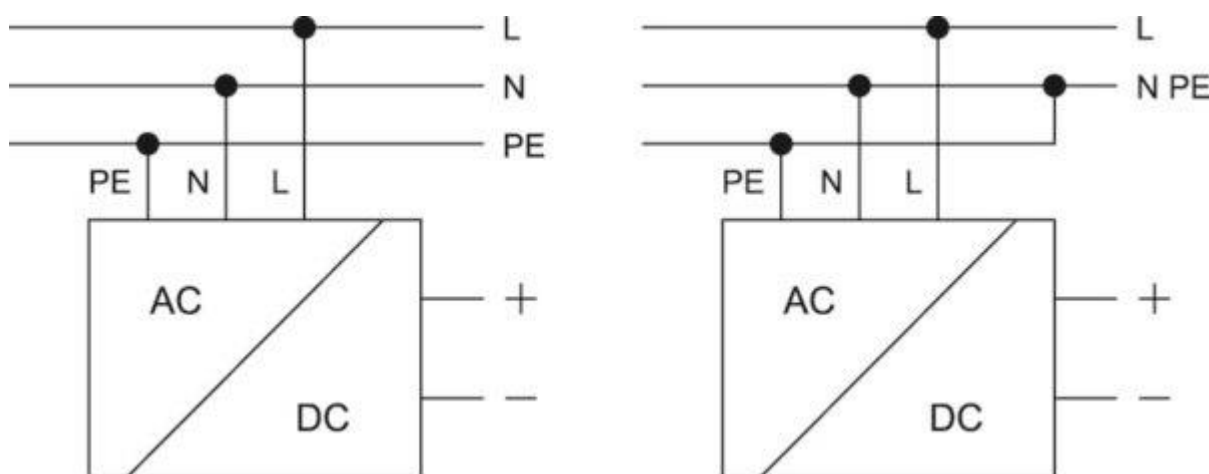
Третий параметр определяет диапазон допустимых входных напряжений переменного тока для сетей АС–110 В.

Четвертый параметр указывает диапазон входного постоянного напряжения DC.

По умолчанию в заводских настройках диапазон входных напряжений переменного тока установлен на стандарт АС–220 В.

Номинальное выходное напряжение устанавливается с точностью 3%. Кроме того, для всех конвертеров предусмотрена возможность регулировки выходного напряжения в достаточно широких пределах. В частности, диапазон регулировки выходного напряжения для модели EL-50-12A составляет 10–15,5 В. Колодки для подключения входного переменного или постоянного напряжения, а также клеммы заземления и объединения входов расположены в нижней части корпуса.

На **рис. 2** показаны варианты схемы подключения однофазных конвертеров серии EL к сети переменного тока. Возможны два варианта подключения: L (фаза), N нейтраль, PE (заземление) или L, N, N+PE.



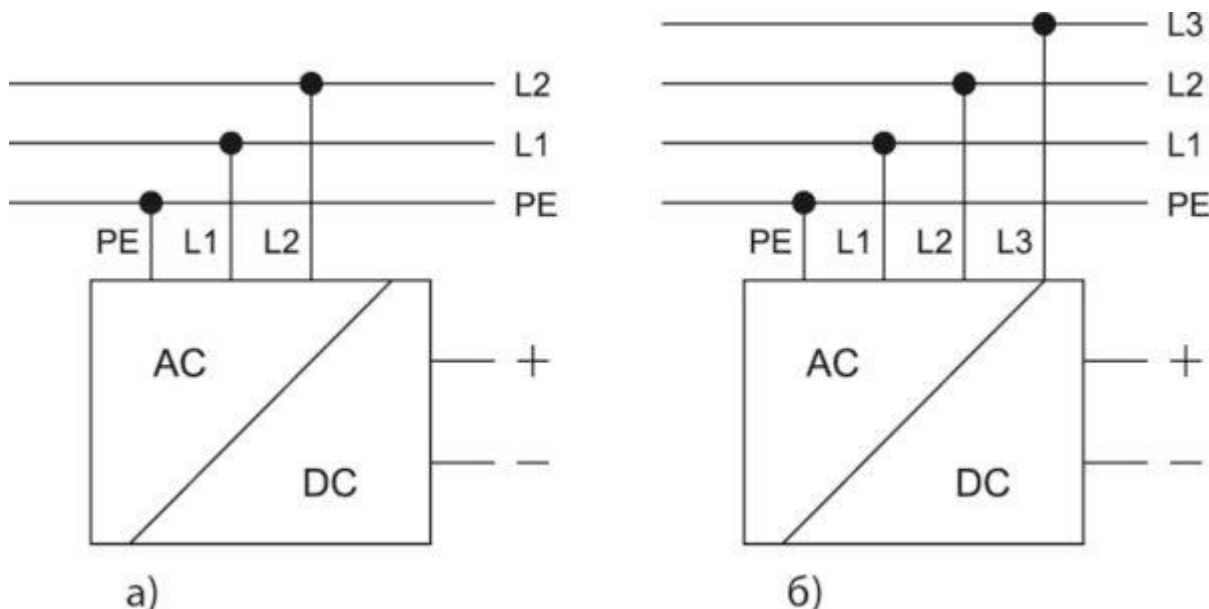
**Рис. 2.** Варианты схемы подключения однофазных конвертеров серии EL к сети переменного тока

Подключение к питающей сети и нагрузке осуществляется кабелями с медными или с алюминиевыми жилами. Подсоединение выполняется с помощью клеммных колодок для зажимов винтового типа 2,5 мм<sup>2</sup> (серия EL50-90-150-300) либо 4 мм<sup>2</sup> (серия EL600). Если есть возможность выбора, то рекомендуется использовать медные кабели, предназначенные для температур > +75 °С.

Кроме сетей однофазного переменного тока, некоторые модели конвертеров серии EL работают с двух- и трехфазными сетями. Так, модели EL-90-24В, EL-150-24В, EL-300-24 В предназначены для работы по входу с двухфазными сетями переменного тока 230–380 В (номинальное значение). Для двухфазных источников можно использовать и однофазную сеть, установив переключку на лицевой панели.

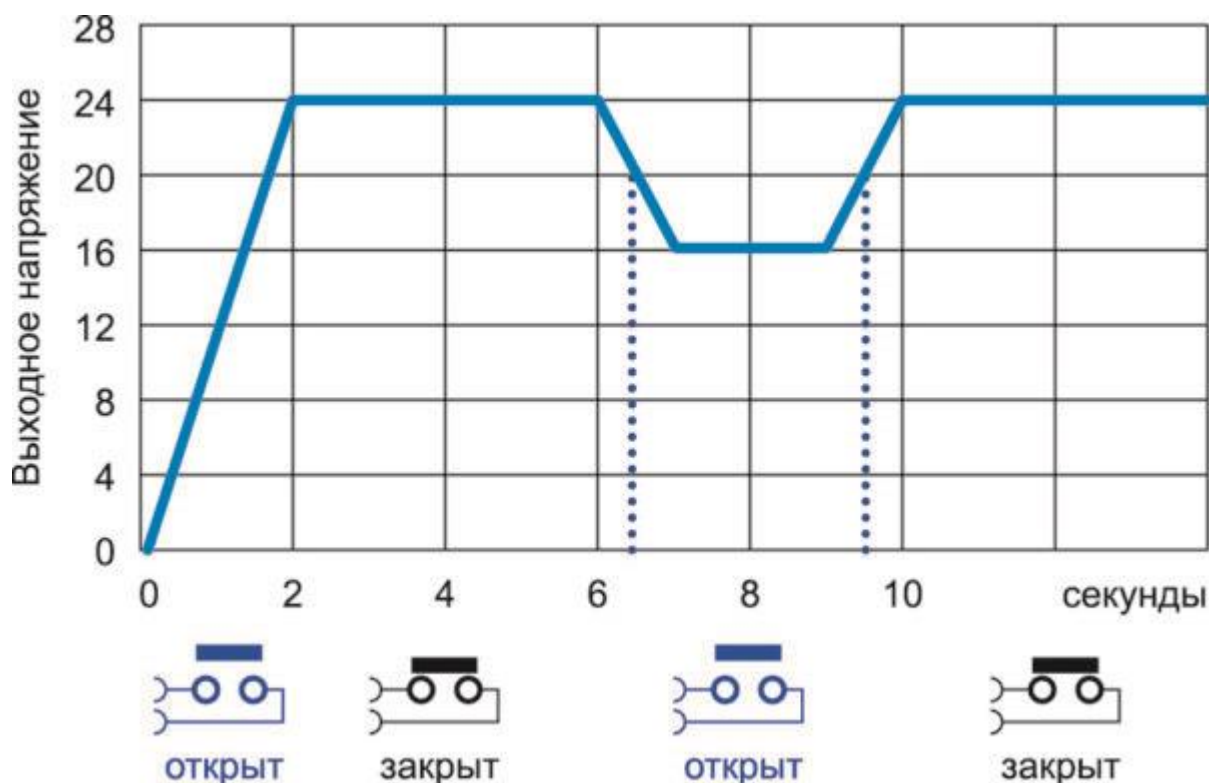
Две модели серии, EL-600-24С и EL-960-24С, могут работать по входу с трехфазными сетями переменного тока 380 В (номинальное значение). Двухфазные модели с индексом «В» рассчитаны на эксплуатацию как с отмеченными выше стандартами переменного тока, так и с постоянным входным напряжением в диапазоне 462–470 В.

Схемы подключения двух- и трехфазных конвертеров серии EL к сети переменного тока показаны на **рис. 3**.



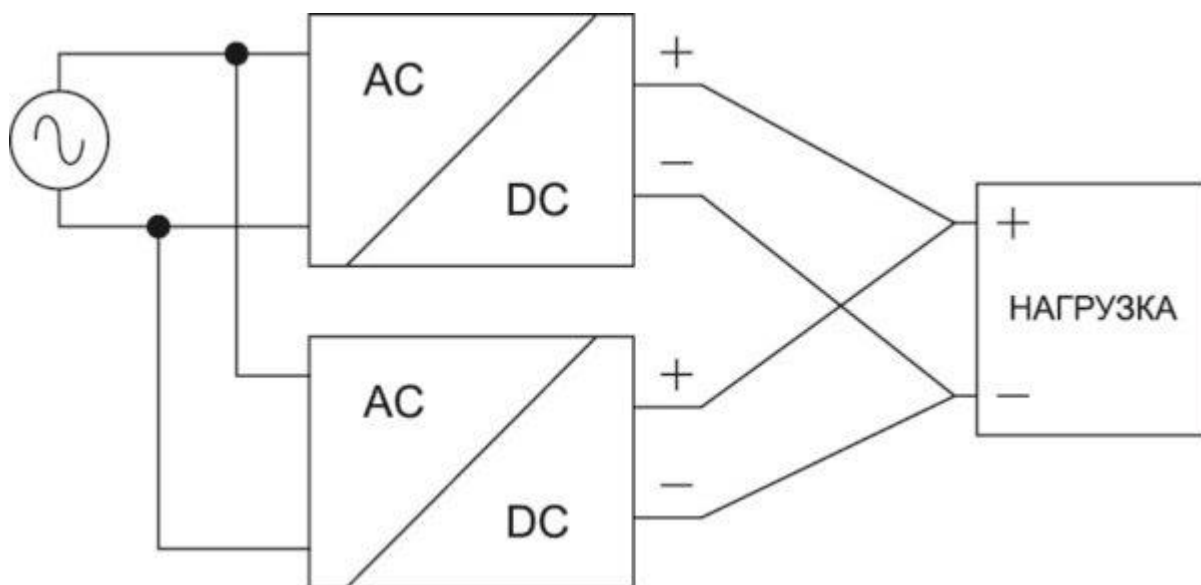
**Рис. 3.** Схемы подключения двух- и трехфазных конвертеров серии EL к сети переменного тока

Модели серии EL, кроме EL-25-05А, EL-50-24А и EL-50-12А, имеют сигнал «Питание в норме» (Power Good, PG), предназначенный для информирования пользователя об окончании переходных процессов и отсутствии обнаруженных неисправностей в блоке питания. Если выходное напряжение на нужном уровне, светодиод светится непрерывно. Нормально замкнутые контакты реле PG срабатывают в случае, если выходное напряжение отличается от заданного номинального значения более чем на 10–20% (**рис. 4**). Светодиод выключается при перегрузке или коротком замыкании в режиме сброса вручную и в непрерывном режиме. При перегрузке или коротком замыкании светодиод мигает.



**Рис. 4.** Принцип формирования сигнала «Питание в норме» (Power Good)

Для увеличения выходного тока конвертеры семейств EL-300 или EL-600 одной и той же модели можно быстро и просто соединить параллельно. Схема параллельного подключения, предназначенная для увеличения выходного тока, показана на [рис. 5](#).

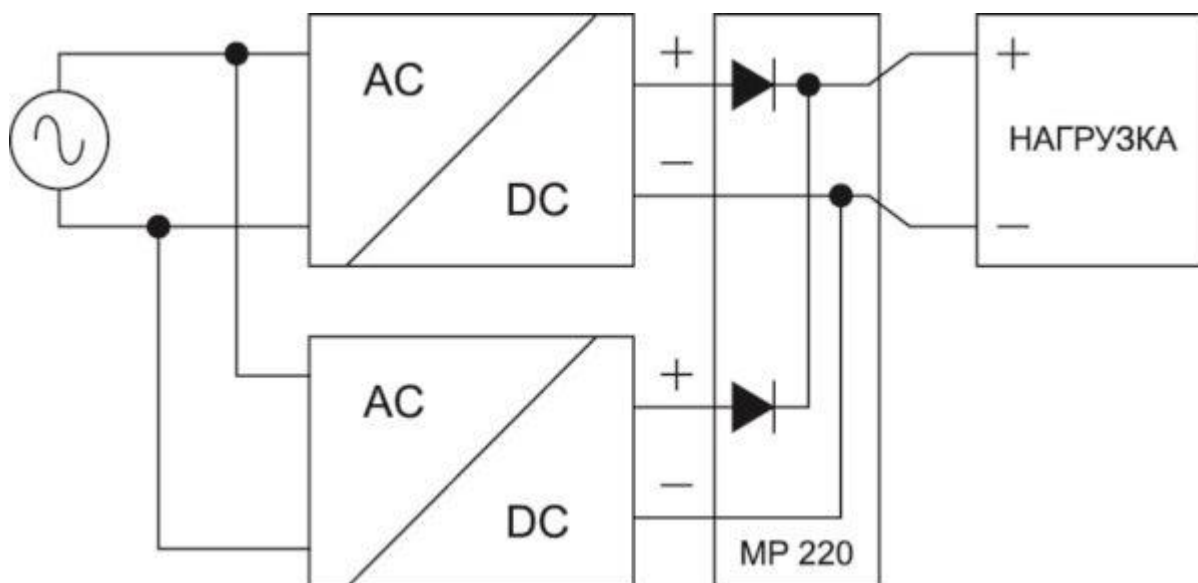


**Рис. 5.** Схема параллельного подключения конвертеров серии EL, предназначенная для увеличения выходного тока

В конвертерах моделей EL300xxX и EL600xxX предусмотрен режим, в котором можно подключить параллельно до четырех моделей одного наименования. Этот режим выбирают с помощью специальной переключки. Более подробно данный процесс описан в инструкции пользователя ИП серии EL.

Другой вариант параллельного подключения конвертеров серии EL используется для обеспечения резервного питания в аварийной ситуации ([рис. 6](#)).





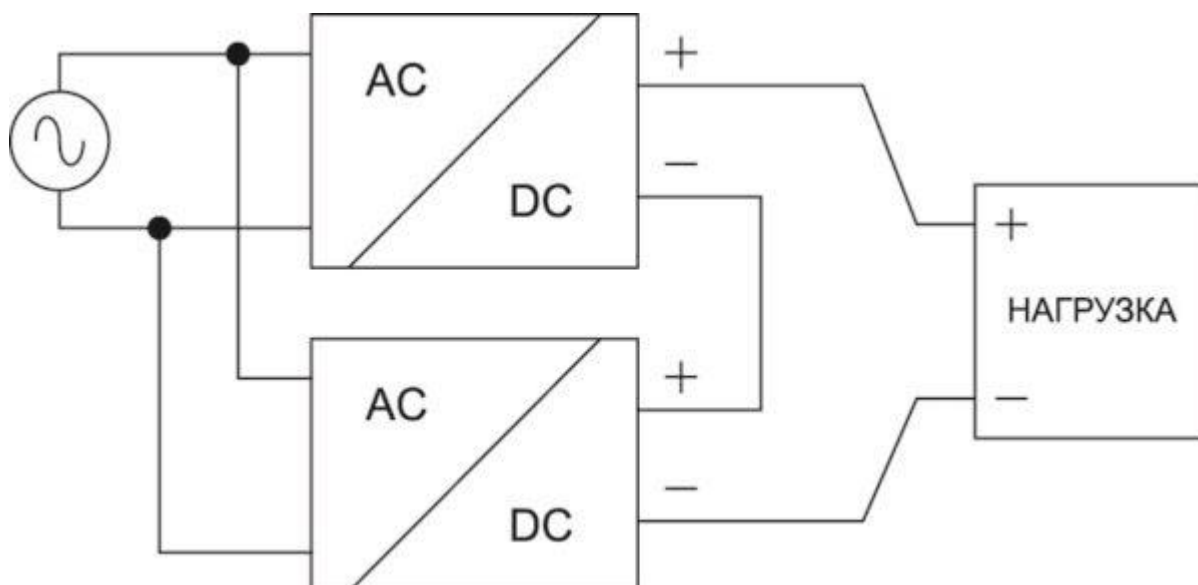
**Рис. 6.** Вариант параллельного подключения конвертеров серии EL, предназначенный для обеспечения резервного питания в аварийной ситуации

При аварии одного ИП регистрируется нулевой ток на его выходе, и питание системы автоматически переключается на резервный блок питания.

Оба конвертера подключаются к нагрузке через модуль резервирования (MP-220), который представляет собой отдельное законченное устройство, размещенное в собственном корпусе для крепежа на DIN-рейку. Фактически модуль MP-220 содержит два развязывающих диода, предназначенных для отделения источников питания друг от друга. При подключении обоих ИП к модулю MP-220 ток на выходе развязывающего модуля определяется как сумма двух его входных токов.

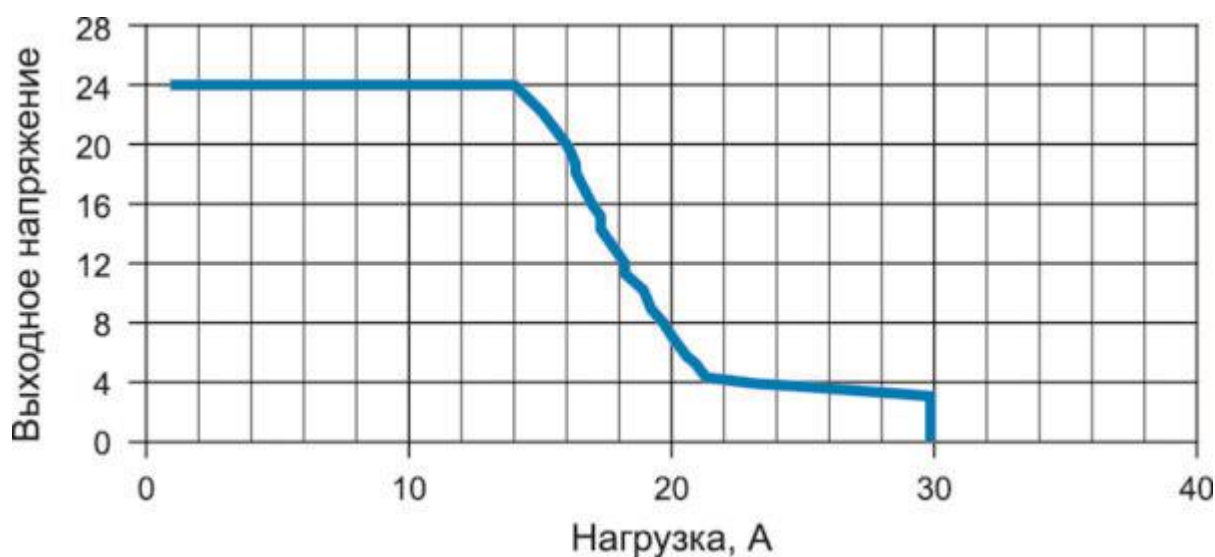
При использовании схемы резервного питания, показанной на рис. 5, рекомендуется для каждого ИП предусмотреть отдельные входные предохранители. Кроме того, целесообразно подключать каждый ИП к разным фазам цепи переменного тока.

Конвертеры серии EL можно также подключать последовательно (рис. 7). Количество последовательно подключенных конвертеров одинаковой модели ограничивается величиной суммарного выходного напряжения постоянного тока, которое не должно превышать 150 В. Это максимально возможное граничное напряжение изоляции для ИП данного класса. В принципе напряжения выше 60 В не соответствуют тому классу электробезопасности, на который рассчитаны конвертеры серии EL. Поэтому при последовательном соединении нужно учитывать возможность пробоя изоляции и принимать соответствующие меры защиты — например, заземление выхода, установочный зазор не менее 15 мм (слева/справа) между двумя источниками питания, защита от обратного напряжения в цепях питания электродвигателей и систем с мощными емкостными нагрузками.



**Рис. 7.** Последовательное подключение конвертеров серии EL

Один из наиболее важных параметров конвертеров серии EL — линейность статической вольт-амперной характеристики (СВАХ) системы «источник/нагрузка». Как видно на рис. 8, в случае резистивной нагрузки зависимость напряжения от тока на выходе конвертера EL-300-24A остается линейной до заявленного номинального значения тока 14 А. Термин СВАХ подразумевает установившиеся после переходных процессов стационарные значения тока и напряжения.



**Рис. 8.** Статическая вольт-амперная характеристика (СВАХ) системы «источник/нагрузка» для конвертера EL-300-24A

Технические характеристики моделей серии EL приведены в таблицах 1–5 [6], однако в них не включены перечисленные выше общие для всех моделей параметры.

**Таблица 1.** Технические характеристики AC/DC-конвертеров серии EL с номинальным выходным напряжением 5 В (однофазный переменный входной ток)

Серия EL, номинальное выходное напряжение 5 В, AC×1 (1 фаза)	
Параметр	EL-25-05A
Выходная мощность	25 Вт
Номинальное входное напряжение (AC)	115/230 В
Количество фаз	1 фаза



Допустимый диапазон входных напряжений для сетей АС–220 В и АС–110 В	90–264 В
Частота входного напряжения	47–63 Гц
Входной ток	0,5–0,25 А
Пусковой ток	$< 7 \text{ А} \leq 5 \text{ мс}$
Выходное напряжение — выход 1	5 В
Диапазон регулировки $U_{\text{ВЫХ}}$	4,75–5,25 В
Выходной ток — выход 1	5 А
Выходной ток $I_{\text{ВЫХ}}$ при $U_{\text{ВЫХ}} < +40 \text{ }^\circ\text{C}$	5 А
Выходной ток $I_{\text{ВЫХ}}$ при $U_{\text{ВЫХ}} < +50 \text{ }^\circ\text{C}$	5 А
Выходной ток $I_{\text{ВЫХ}}$ при $U_{\text{ВЫХ}} < +60 \text{ }^\circ\text{C}$	5 А
Превышение $I_{\text{ВЫХ}}$ при $U_{\text{ВЫХ}} +60 \text{ }^\circ\text{C} \geq 3 \text{ мин.}$	НД
Ток КЗ	10 А
Эффективность (КПД)	$> 82\%$
Гальваническая развязка вход/выход	3000 В
Температура эксплуатации	$-25\dots+70 \text{ }^\circ\text{C}$
Габариты, мм	50×120×50 мм
Масса	0,3 кг

**Примечание.** Для подключения используется три провода: фазный ток, нулевой провод и заземление (РЕ).

**Таблица 2.** Технические характеристики АС/DC-конвертеров серии EL с номинальным выходным напряжением 12 В (однофазный переменный и постоянный входные токи)

<b>Серия EL, номинальное выходное напряжение 12 В, АС×1 (1 фаза)</b>			
<b>Параметр</b>	<b>EL-50-12А</b>	<b>EL-150-12А</b>	<b>EL-300-12А</b>
Выходная мощность	70 Вт	180 Вт	330 Вт
Номинальное входное напряжение (АС)	115/230 В		
Количество фаз	1 фаза		
Допустимый диапазон входных напряжений для сетей АС–220 В и АС–110 В	90–264 В		
Допустимый диапазон входных напряжений для американских сетей переменного тока АС–110 В (выбирается с помощью переключателя)	1 диапазон без переключения	90–135 В	
Допустимый диапазон входных напряжений для европейских сетей переменного тока АС–220 В (выбирается с помощью переключателя)		170–264 В	
Входное напряжение постоянного тока (DC)	–	238–370 В	
Пусковой ток	$< 19 \text{ А} \leq 5 \text{ мс}$	$< 36 \text{ А} \leq 5 \text{ мс}$	$< 42 \text{ А} \leq 5 \text{ мс}$
Входной ток	1–0,7 А	2,8–1,3 А	3,3–2,2 А
Выходное напряжение — выход 1	12 В		
Диапазон регулировки $U_{\text{ВЫХ}}$	10–15,5 В	10–14 В	
Выходной ток	6 А	14 А	20 А
Выходной ток $I_{\text{ВЫХ}}$ при $U_{\text{ВЫХ}} < +40 \text{ }^\circ\text{C}$	4 А (115) 6 А (230)	14 А	20 А
Выходной ток $I_{\text{ВЫХ}}$ при $U_{\text{ВЫХ}} < +50 \text{ }^\circ\text{C}$	3 А (115) 5 А (230)	12 А	18 А
Выходной ток $I_{\text{ВЫХ}}$ при $U_{\text{ВЫХ}} < +60 \text{ }^\circ\text{C}$	2 А (115) 3 А (230)	10 А	16 А
Ток КЗ	10 А	20 А	30 А

Выходной ток — выход 1	6 А	14 А	20 А
Эффективность (КПД)	>88%	>91%	>92%
Гальваническая развязка вход/выход	3000 В		
Габариты, мм	50×120×5 0	55×110×1 05	72×115×1 35
Масса, кг	0,3	0,6	0,77

**Таблица 3. Технические характеристики AC/DC-конвертеров серии EL с номинальным выходным напряжением 24 В (однофазный переменный и постоянный входные токи)**

<b>Серия EL, номинальное выходное напряжение 24 В, AC×1 (1 фаза)</b>					
<b>Параметр</b>	<b>EL-50-24A</b>	<b>EL-90-24A</b>	<b>EL-150-24A</b>	<b>EL-300-24A</b>	<b>EL-600-24A</b>
Выходная мощность	70 Вт	120 Вт	180 Вт	330 Вт	600 Вт
Номинальное входное напряжение (AC)	115/230 В				
Количество фаз	1 фаза				
Допустимый диапазон входных напряжений для сетей AC–220 В и AC–110 В	90–264 В				
Допустимый диапазон входных напряжений для американских сетей AC–110 В (выбирается с помощью переключателя)	1 диапазон без переключения	90–135 В			
Допустимый диапазон входных напряжений для европейских сетей AC–220 В (выбирается с помощью переключателя)	1 диапазон без переключения	170–264 В			
Входное напряжение постоянного тока (DC)	–	238–370 В			
Пусковой ток	< 19 А ≤ 5 мс	< 36 А ≤ 5 мс	< 36 А ≤ 5 мс	< 42 А ≤ 5 мс	< 80 А ≤ 5 мс
Входной ток	1–0,7 А	1,8–0,9 А	2,8–1,3 А	3,3–2,2 А	8,5–4,2 А
Выходное напряжение — выход 1	24 В				
Диапазон регулировки U <sub>ВЫХ</sub>	22–27 В				
Выходной ток	3 А	5 А	7,5 А	14 А	25 А
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +40 °С	2 А (115) 3 А (230)	5 А	7,5 А	14 А	25 А
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +50 °С	1,5 А (115) 2,5 А (230)	4,5 А	6 А	12 А	22 А
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +60 °С	–	4 А	5 А	10 А	20 А
Превышение I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> +60 °С ≥ 3 мин	3,5 А	5 А	7,5 А	14 А	25 А
Ток КЗ	7 А	12 А	16 А	30 А	60 А
Эффективность (КПД)	>85%	>89%	>89%	>89%	>90%
Гальваническая развязка	3000 В				

ВХОД/ВЫХОД					
Габариты, мм	50×120×50	55×110×105	55×110×105	72×115×135	85×120×140
Масса, кг	0,3	0,56	0,56	0,85	1,2

**Таблица 4. Технические характеристики AC/DC-конвертеров серии EL с номинальным выходным напряжением 24 В (двух- и трехфазный переменный ток и постоянный входной ток)**

<b>Серия EL, номинальное выходное напряжение 24 В, AC×2/3 (2-3 фазы)</b>					
<b>Параметр</b>	<b>EL-90-24В</b>	<b>EL-150-24В</b>	<b>EL-300-24В</b>	<b>EL-600-24С</b>	<b>EL-960-24С</b>
Выходная мощность	120 Вт	180 Вт	330 Вт	600 Вт	1000 Вт
Номинальное входное напряжение (AC)	230/380 В			380 В	
Количество фаз	2 фазы <sup>1</sup>			3 фазы <sup>2</sup>	
Допустимый диапазон входных напряжений для европейских сетей переменного тока AC–220 В (выбирается с помощью переключателя)	330–550 В <sup>3</sup>			330–550 В 1 диапазон без переключения	
Допустимый диапазон входных напряжений для американских сетей переменного тока AC–110 В (выбирается с помощью переключателя)	187–264 В			НД	
Входное напряжение постоянного тока (DC)	462–470 В			–	
Пусковой ток	< 28 А ≤ 5 мс	< 28 А ≤ 5 мс	< 34 А ≤ 5 мс	< 35 А ≤ 5 мс	НД
Входной ток	1–0,5–0,4 А	1,5–0,8–0,7 А	2,2–1,4–1 А	1,7 А max	
Выходное напряжение — выход 1	24 В				
Диапазон регулировки U <sub>ВЫХ</sub>	22–27 В				
Выходной ток	5 А	7,5 А	14 А	25 А	НД
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +40 °С	5 А	7,5 А	14 А	25 А	
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +50 °С	4,5 А	6 А	12 А	22 А	
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +60 °С	4 А	5 А	10 А	20 А	
Превышение I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> +60 °С ≥ 3 мин	5 А	7,5 А	14 А	25 А	
Ток КЗ	12 А	16 А	30 А	60 А	
Эффективность (КПД)	> 89%	> 89%	> 89%	> 91%	
Гальваническая развязка вход/выход	3000 В				
Габариты, мм	55×110×105	55×110×105	72×115×135	85×120×140	

Масса, кг	0,56	0,56	0,85	1,2	
-----------	------	------	------	-----	--

**Примечания.** 1. В двухфазных конвертерах для подключения используются три провода: фаза 1, фаза 2 и заземление (РЕ). На входной выпрямитель подается напряжение между двумя фазами без подключения нулевого провода. Заземляется корпус прибора.

2. В трехфазных конвертерах для подключения используется четыре провода: фаза 1, фаза 2, фаза 3 и заземление (РЕ). На входной выпрямитель подается напряжение между фазами без подключения нулевого провода. Заземляется корпус прибора.

3. Новая редакция стандартов напряжений «IEC 60038:2009» дает значение 230/400 В [7].

**Таблица 5. Технические характеристики AC/DC-конвертеров серии EL с номинальным выходным напряжением 48 В (однофазный переменный и постоянный входные токи)**

<b>Серия EL, номинальное выходное напряжение 48 В, AC×1 (1 фаза)</b>			
<b>Наименование параметра</b>	<b>EL-150-48A</b>	<b>EL-300-48A</b>	<b>EL-600-48A</b>
Выходная мощность	180 Вт	330 Вт	600 Вт
Номинальное входное напряжение (AC)	115/230 В		
Количество фаз	1 фаза		
Допустимый диапазон входных напряжений для европейских сетей переменного тока AC–220 В (выбирают с помощью переключателя)	170–264 В		
Допустимый диапазон входных напряжений для американских сетей переменного тока AC–110 В (выбирают с помощью переключателя)	90–135 В		
Входное напряжение постоянного тока (DC)	238–370 В		
Пусковой ток	< 36 А ≤ 5 мс	< 42 А ≤ 5 мс	< 80 А ≤ 5 мс
Входной ток	2,8–1,3 А	3,3–2,2 А	8,5–4,2 А
Выходное напряжение — выход 1	48 В		
Диапазон регулировки U <sub>ВЫХ</sub>	41–55 В		
Выходной ток	3,75 А	7 А	12 А
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +40 °С	3,75 А	7 А	12 А
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +50 °С	3 А	6 А	11 А
Выходной ток I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> < +60 °С	2,5 А	5 А	10 А
Превышение I <sub>ВЫХ</sub> при U <sub>ВЫХ</sub> +60 °С ≥ 3 мин	НД		
Ток КЗ	7,5 А	15 А	30 А

Двух- и трехфазные конвертеры имеют ряд преимуществ по сравнению с однофазными конвертерами. С одной стороны, подключение фаз напрямую к выпрямителю без нулевой шины значительно уменьшает наводки и пульсации на выходе конвертера. С другой — двух- и трехфазные конвертеры позволяют отбирать мощность больше, чем однофазные. Кроме того, КПД двух- и трехфазных выше.

Полезным свойством конвертеров серии EL является возможность работы с различными выходными токами при разной температуре. Например, модель EL-150-24A, рассчитанная на работу в нормальном режиме с выходным током 5 А, может выдержать работу с выходным током 7,5 А при температуре +60 °С в течение 3 мин.

Конвертеры серии EL оснащены надежными современными средствами защиты от перегрузок по току, напряжению и температуре, которые отключают критически важные

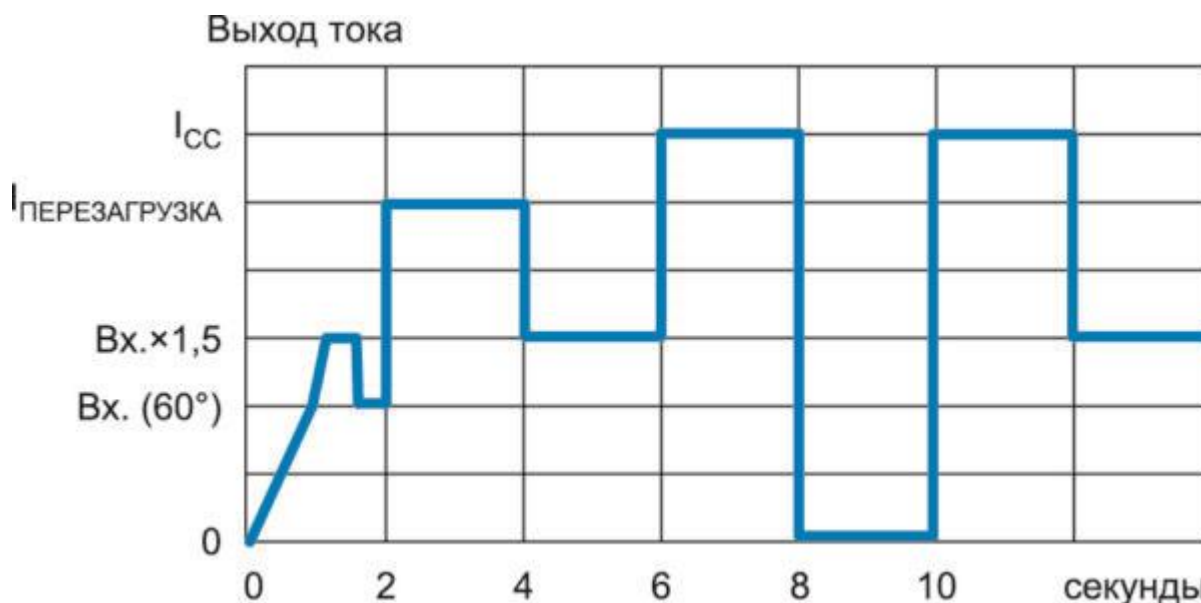
элементы в аварийной ситуации, но оставляют в рабочем состоянии блок автоматического восстановления.

Благодаря этим средствам защиты конвертеры серии EL сохраняют работоспособность даже в случае кратковременного трехкратного превышения номинальных значений выходного тока при температуре до +60 °С. Подобное решение позволяет конвертерам выдерживать ситуации короткого замыкания на выходе.

Для защиты от перегрузок по току и напряжению в конвертерах серии EL предусмотрены три режима работы, которые выбирают в зависимости от типа нагрузки и специфических условий эксплуатации оборудования. Переключение этих режимов реализуется с помощью обычных переключек.

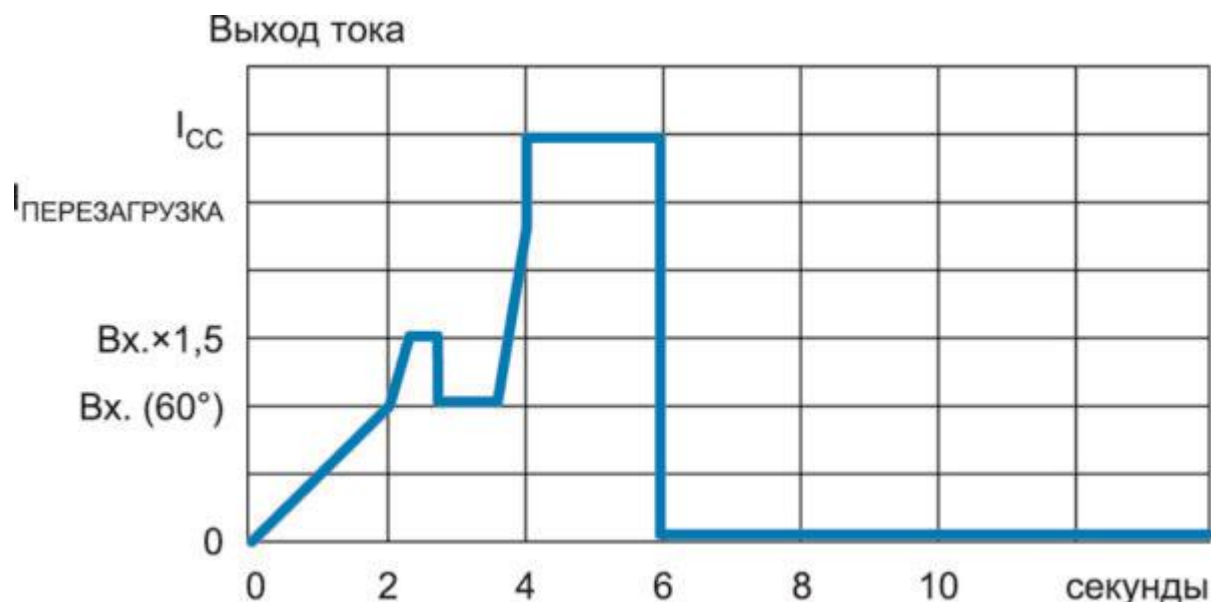
Следует обратить внимание на то, что для моделей EL-50-ххА доступен только режим непрерывной работы.

По умолчанию в заводских установках реализован «Прерывистый режим», который используется в общих случаях для стандартных видов нагрузок. В этом режиме в аварийной ситуации при достижении граничных значений тока или напряжения выходной ток отключается, и конвертер будет пытаться каждые 2 с самостоятельно восстановить выходное напряжение в автоматическом режиме. На [рис. 9](#) показана динамика процесса восстановления нормальной работы конвертера серии EL в прерывистом режиме. Видно, что конвертер пытается запустить режим нормальной работы в автоматическом режиме с интервалом 2 с.



**Рис. 9.** Процесс восстановления нормальной работы конвертера серии EL в прерывистом режиме

Режим «Сброс вручную» предназначен для условий эксплуатации, при которых необходимо, чтобы оператор выяснил и устранил причину аварии и только после этого вручную повторно включил AC/DC-конвертер. Рекомендуется использовать этот режим в системах электропитания с большими пусковыми токами. Работа конвертера серии EL при аварии в режиме ручного сброса показана на [рис. 10](#). В данном случае источник после аварийного отключения тока вручную отключают от входного напряжения и вручную включают после устранения неполадок.



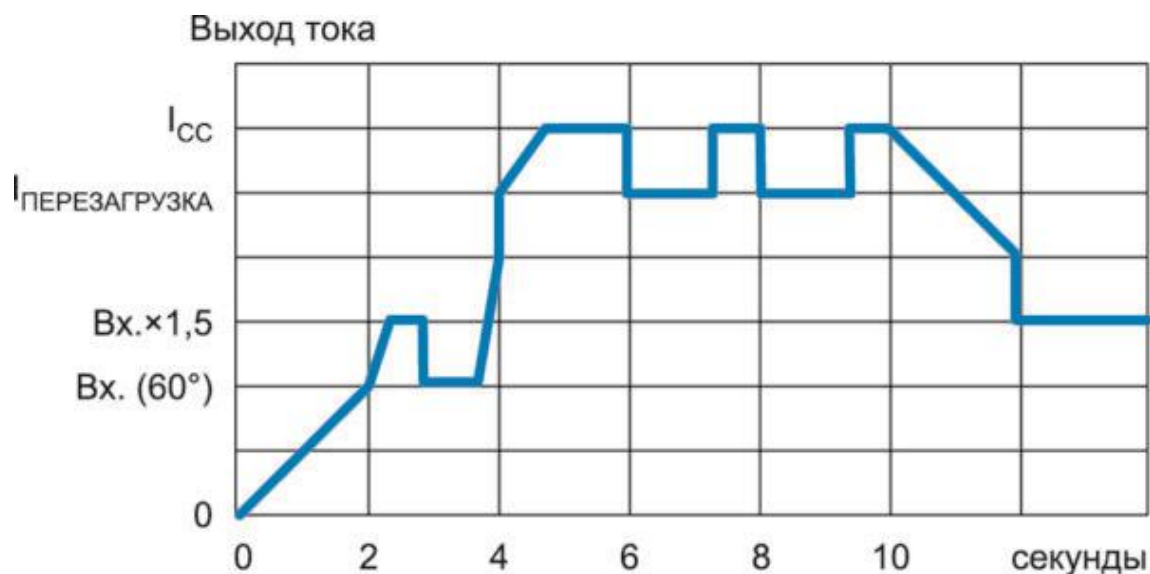
**Рис. 10.** Работа конвертера серии EL при аварии в режиме ручного сброса

Режим «Непрерывный вывод» предназначен для случаев скачкообразного увеличения выходного тока, аналогичных короткому замыканию на выходе. В такой ситуации аномальные значения выходного тока возникают даже при небольших значениях выходного напряжения.

Этот режим предназначен для использования в системах электропитания устройств с высокоемкостными входными цепями, такими как электродвигатели, электромагнитные клапаны, светодиодные табло и экраны. Подобные устройства представляют собой нелинейную нагрузку, характерной особенностью которой является механизм изменения динамического сопротивления. В результате быстрого уменьшения динамического сопротивления на выходной нагрузке могут возникать скачки тока, многократно превышающие номинальные значения. Изменения тока при этом имеют квазисинусоидальную форму [8].

Для борьбы с подобными явлениями используется сочетание активных и пассивных подавляющих фильтров.

Переходные процессы на выходе конвертеров серии EL при работе в режиме непрерывного вывода показаны на [рис. 11](#).

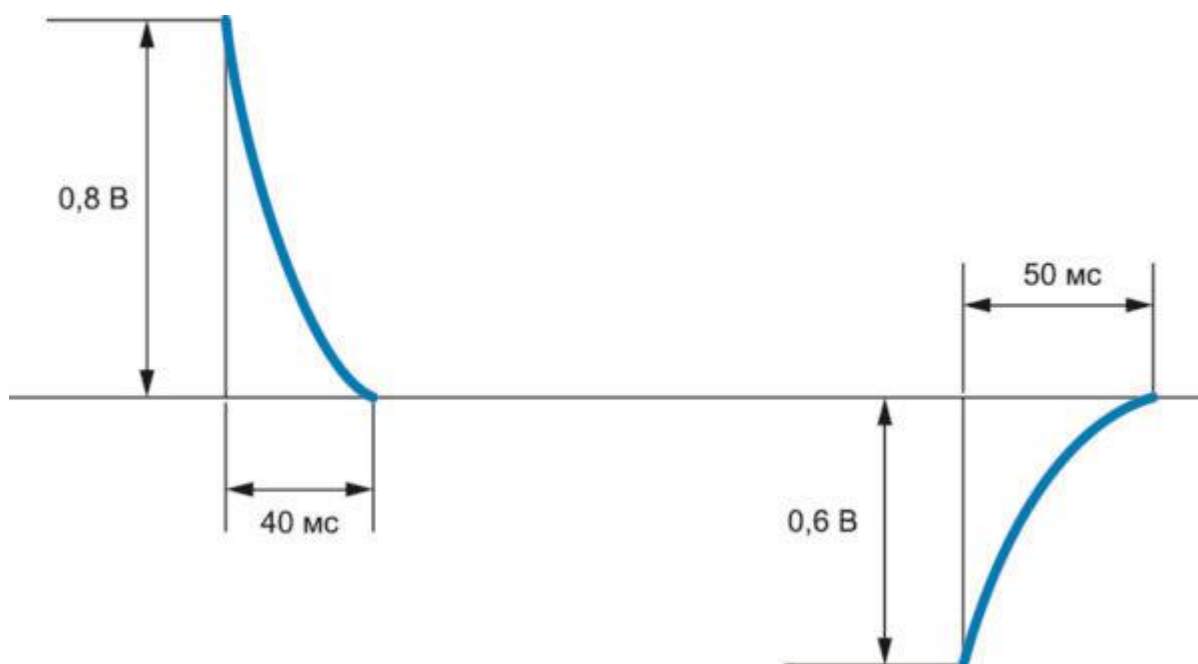


**Рис. 11.** Переходные процессы на выходе конвертеров серии EL при работе в режиме непрерывного вывода



Одна из проблем, с которой сталкиваются разработчики высокочувствительного оборудования, связана с шумами на входе первичных усилительных каскадов, обусловленными, прежде всего, наводками по входным цепям AC/DC-конвертеров на базовой частоте импульсного переключения, а также высокочастотными наводками по паразитным индуктивным линиям и наводками, возникающими в переходных процессах на переключающих элементах. Поэтому при оценке качества источников питания особое внимание уделяется шумам на выходе импульсного AC/DC-конвертера. По этому параметру конвертеры серии EL полностью удовлетворяют международным и российским стандартам. Например, для модели EL-300-24A измеренные значения пульсаций выходного напряжения при токе 3 А определяются двумя составляющими: низкочастотной 166 Гц и высокочастотной 142,8 кГц с амплитудами 5 мВ.

При резких бросках нагрузки на выходе конвертеров серии EL возникают переходные процессы. Так, при выходном напряжении 24 В при подключении и отключении в течение 1 с электронной нагрузки с током 8 А будут наблюдаться две основные гармоники переходного процесса, соответственно 50 мс/0,6 В и 40 мс/0,8 В (рис. 12). Таким образом, время входа на нормальный режим работы при скачках выходного тока не превышает 50 мс.



**Рис. 12.** Реакция конвертера серии EL на резкие броски выходного тока

Конвертеры серии EL способны выдержать выходной ток короткого замыкания в режиме непрерывного вывода в течение нескольких секунд, необходимых для безопасного отключения оборудования. Встроенная защита от перегрузок по току срабатывает в том случае, когда значение тока на выходе конвертера превысит примерно 16,3% от номинала. Так, для модели EL-300-24A, номинальный выходной ток которой в режиме нормальной работы составляет 14 А, защитное аварийное реле сработает при выходном токе, равном 16,3 А. Обратный процесс отпускания реле происходит при токе 16,2 А.

Подводя итог приведенному краткому обзору параметров AC/DC-конвертеров производства «ЭЛИМ», можно сказать, что модели серии EL в корпусе на DIN-рейку являются с точки зрения соотношения цены и качества оптимальным вариантом для многих приложений промышленности и телекоммуникаций, в которых используются системы распределенного электропитания с резистивными, емкостными и электронными нагрузками.

Конвертеры серии EL полностью соответствуют требованиям следующих нормативных документов:

- ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» [9].
- ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» [10].
- ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» [11].
- ГОСТ 12.1.003/004-2014 Система стандартов безопасности труда [12].
- Технические условия «ТУ 26.11.22-001-56236522-2019».

В комплекте поставки конвертеров серии EL предусмотрены:

- Преобразователь EL-xxx-xxA/B/C — 1 шт.
- Эксплуатационная документация по ГОСТ 2.601 — 1 шт.

Более подробную информацию о рассмотренных источниках электропитания можно получить у сотрудников компании «ЭЛИМ» [13], а также профессиональную консультацию по любым компонентам из каталога продукции «ЭЛИМ». Кроме того, менеджеры по продукции, являющиеся экспертами в области электропитания, помогут найти наиболее оптимальное решение под конкретный, даже нестандартный проект.

Следует обратить внимание на то, что сервисный центр «ЭЛИМ» (СЦ «ЭЛИМ») проводит гарантийное и послегарантийное обслуживание источников питания как собственного производства, так и зарубежного оборудования, которое компания «ЭЛИМ» поставляет на российский рынок в качестве официального дистрибьютора.

В сервисном центре производится не только ремонт оборудования, но и тестирование приборов, приобретенных в компании «ЭЛИМ». Отмеченные сервисные функции являются несомненным приоритетным показателем, который нужно учитывать при выборе поставщика источников питания.

## Литература

1. [www.elim.ru/o-kompanii/](http://www.elim.ru/o-kompanii/)
2. [www.docs.cntd.ru/document/gost-r-mek-60715-2003](http://www.docs.cntd.ru/document/gost-r-mek-60715-2003)
3. [www.power-plugs-sockets.com/united-states-of-america/](http://www.power-plugs-sockets.com/united-states-of-america/)
4. [www.elim.ru/power-supply/proizvoditeli/produkcija-elim/seriya-el/el-50-24a-elim/?rid](http://www.elim.ru/power-supply/proizvoditeli/produkcija-elim/seriya-el/el-50-24a-elim/?rid)
5. [www.elim.ru/power-supply/proizvoditeli/produkcija-elim/seriya-el/el-300-24a-elim/](http://www.elim.ru/power-supply/proizvoditeli/produkcija-elim/seriya-el/el-300-24a-elim/)
6. [www.elim.ru/power-supply/proizvoditeli/produkcija-elim/seriya-el/](http://www.elim.ru/power-supply/proizvoditeli/produkcija-elim/seriya-el/)
7. [www.docs.cntd.ru/document/1200115397](http://www.docs.cntd.ru/document/1200115397)
8. [www.et-spb.ru/obzory-o-simmetrirujshhix-transformatorah/proektirovanie-odnofaznyh-nelinejnyh-nagruzok/](http://www.et-spb.ru/obzory-o-simmetrirujshhix-transformatorah/proektirovanie-odnofaznyh-nelinejnyh-nagruzok/)
9. [www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/deptexreg/tr/Pages/Down\\_Volt.aspx](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/deptexreg/tr/Pages/Down_Volt.aspx)
10. [www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/deptexreg/tr/Pages/bezopMashines.aspx](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/deptexreg/tr/Pages/bezopMashines.aspx)
11. [www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/deptexreg/tr/Pages/EMS.aspx](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/deptexreg/tr/Pages/EMS.aspx)
12. [www.internet-law.ru/gosts/gost/59159/](http://www.internet-law.ru/gosts/gost/59159/)
13. [www.elim.ru/kontakty/](http://www.elim.ru/kontakty/)
14. [www.elim.ru/index.php?dispatch=product\\_features.view\\_all&filter\\_id=10](http://www.elim.ru/index.php?dispatch=product_features.view_all&filter_id=10)