

# На что необходимо обращать внимание в техническом описании источника питания постоянного тока

Кевин КЕЙВЕЛ (Kevin CAVELL)

## Введение

Когда дело доходит до первого включения разрабатываемого устройства, большинство инженеров обращаются к программируемому источнику питания. Эти источники выпускают многие производители, каждый из которых предлагает множество моделей. Чтобы выбрать источник питания, наилучшим образом подходящий для работы с вашим устройством, нужно обратиться к его техническому описанию.

В техническом описании вы найдете подробную информацию о работе источника питания в разных условиях, но прежде чем погрузиться в подробности, важно узнать как можно больше о питаемом устройстве. По мере того как мы будем описывать основные характеристики источников питания, вы начнете понимать, почему подробная информация об устройстве, которое предстоит питать, столь важна для выбора нужного источника.

К сожалению, нет никакого стандарта на составление технических описаний источников питания. Описание параметров и структура представления информации в описаниях разных компаний могут значительно отличаться. Кроме того, включать или не включать тот или иной параметр в описание, тоже решает сам производитель. Некоторые производители указывают больше параметров, чем другие. В этой статье мы обсудим технические описания на высокоэффективный модуль питания постоянного тока с автоматическим выбором диапазона Agilent N6756A [1] и конкурирующий источник питания.

## Выходные характеристики

Это самая важная информация в техническом описании источника питания постоянного тока, и она, как правило, не нуждается в пояснениях. Желая определить, подходит ли вам данный источник питания, вы в первую очередь обращаетесь именно к этим сведениям. Какие требования к напряжению, току и мощности предъявляет ваше устройство? Если ваше устройство выходит за пределы этих параметров, то нужно продолжать поиск источника питания.



## Когда $U \times I > P$ : источники питания с автоматическим выбором диапазона

В большинстве случаев достаточно данных по напряжению, току и мощности источника питания. Однако не помешает проверить, соответствует ли производство тока на напряжение выходной мощности источника. Если соответствует, то источник имеет прямоугольную выходную характеристику, а если это произведение больше мощности, то источник оснащен функцией автоматического выбора диапазона. Поскольку описание автоматического выбора диапазона выходит за рамки этой статьи, мы не будем вдаваться в подробности.

На рис. 1 и 2 показаны вольт-амперные выходные характеристики обоих типов источников.

Указанные в таблице 1 параметры источников питания говорят о том, что конкури-

рующий источник обладает прямоугольной выходной характеристикой, тогда как Agilent N6756A имеет функцию автоматического выбора диапазона.

Таблица 1. Выходные характеристики источника питания

Модель	Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт
Agilent N6756A	0–60	0–17	500
Конкурирующий источник питания	0–60	0–10	600

## Выходной шум, выходные пульсации и шум, периодические и случайные отклонения

Значение выходного шума производители могут указывать по-разному. Под выходным шумом понимается отклонение постоянного выходного напряжения от среднего значе-

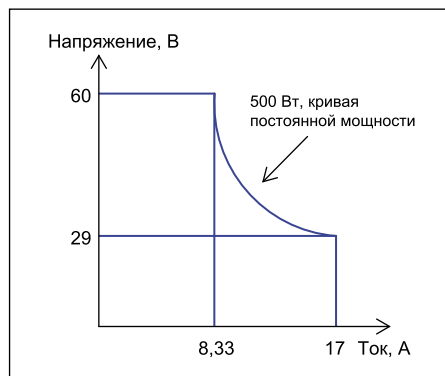


Рис. 1. ВАХ источника питания с автоматическим выбором диапазона



Рис. 2. Прямоугольная выходная ВАХ

Таблица 2. Обычный шум

Модель	Уровень шума по постоянному напряжению (размах), мВ	Уровень шума по постоянному напряжению (СКЗ), мВ	Уровень шума по постоянному току (СКЗ), мА	Полоса
Agilent N6756A	6	1	4	20 Гц – 20 МГц
Конкурирующий источник питания	20	2,5	Не указан	20 Гц – 20 МГц

Таблица 3. Синфазный шум по постоянному току

Модель	Уровень шума по постоянному току (размах), мА	Уровень шума по постоянному току (СКЗ), мкА	Полоса
Agilent N6756A	< 3	750	20 Гц – 20 МГц
Конкурирующий источник питания	Не указано		

ния в некоторой указанной полосе частот. Обычно указывается среднеквадратическое значение шума (СКЗ, RMS) или двойной размах от пика до пика. Важно отметить, что шум бывает двух типов: обычный и синфазный. Если в характеристиках не указано явно, что речь идет о синфазном шуме, значит, это обычный шум. Обычный шум представляет собой отклонение напряжения на выходном гнезде «+» источника питания по отношению к выходному гнезду «-».

Самой важной характеристикой шума является напряжение двойного размаха. Если напряжение шума двойного размаха достаточно велико, оно может повредить или даже разрушить чувствительные устройства, такие как генераторы, управляемые напряжением (ГУН). Среднеквадратическое значение напряжения не может считаться достоверным показателем шумовых характеристик источника питания. На выходе источника могут присутствовать достаточно большие, но короткие выбросы, при этом среднеквадратическое значение шума будет небольшим вследствие малой длительности этих выбросов. Не доверяйте производителю источников питания, который указывает только среднеквадратическое значение шумов. Кроме того, всегда обращайте внимание на полосу, в которой выполнялось измерение. Она должна охватывать диапазон от 20 Гц до 20 МГц (табл. 2). Плохие показатели шума можно скрыть за счет сужения полосы, в которой он измеряется.

**Синфазный шум**

Синфазный шум (табл. 3) представляет собой отклонения, присутствующие на обоих выходных гнездах источника питания, по отношению к «земле». Обычно синфазный шум не указывается, но если он достаточно высок, то может стать скрытой причиной многих проблем. Этот тип шумов указывается в амперах, поскольку проще всего измеряется ток, протекающий в цепи между выходным гнездом и «землей».

**Нестабильность по току нагрузки (влияние нагрузки)**

Нестабильность по току нагрузки (табл. 4) описывает, насколько меняется постоянное выходное напряжение относительно за-

Таблица 4. Нестабильность по току нагрузки

Модель	Напряжение, мВ	Ток, мА
Agilent N6756A	2	5
Конкурирующий источник питания	5	7

данного значения при изменении нагрузки от разомкнутой цепи до сопротивления, соответствующего максимальному выходному току, или наоборот. Малое значение этой характеристики говорит о том, что выходные параметры источника питания не сильно отклоняются от заданного значения при изменении нагрузки. Кратковременно нестабильность по току нагрузки может увеличиться, но в устойчивом состоянии выходные параметры не должны отклоняться на большее значение, чем указано для этого параметра.

Особое значение имеет время восстановления выходных параметров источника после быстрого изменения нагрузки.

**Время отклика на изменение нагрузки**

Если ваше устройство потребляет ток короткими импульсами, что характерно, например, для мобильных телефонов, источник питания должен выдерживать большие кратковременные скачки нагрузки. Когда они происходят, напряжение может сильно отклоняться от заданного значения на некоторый период времени. Эта характеристика показывает, как быстро напряжение восстановится до заданного значения в пределах диапазона установления (табл. 5).

Таблица 5. Время отклика на изменение нагрузки

Модель	Диапазон установления, мВ	Время, мкс	Изменение нагрузки, %
Agilent N6756A	±90	< 100	От 50 до 100 и от 100 до 50
Конкурирующий источник питания	±60	500 мкс	От 50 до 100 и от 100 до 50

**Нестабильность по входному напряжению (влияние сети переменного тока)**

В сущности, источник питания постоянного тока является преобразователем переменного напряжения в постоянное. Он берет переменное напряжение из электросети

Таблица 6. Нестабильность по входному напряжению

Модель	Напряжение, мВ	Ток, мА
Agilent N6756A	1,2	2
Конкурирующий источник питания	5	3

и преобразует его в заданное постоянное напряжение. В этой характеристике под входным напряжением понимается напряжение сети питания переменного тока. Нестабильностью по входному напряжению (табл. 6) называется изменение постоянно выходного напряжения в результате изменения входного переменного напряжения в указанных пределах (обычно от минимального напряжения до максимального и наоборот). Для конкурирующего источника, подключенного к сети питания 120 В переменного тока, минимальным напряжением является 90 В, а максимальным — 132 В.

Если вы собираетесь подключать источник питания к очень стабильной сети переменного тока, то эта характеристика не будет иметь для вас никакого значения. Однако если сеть переменного тока нестабильна и ее напряжение «гуляет», то эта характеристика очень важна, так как дает информацию о том, насколько может измениться выходное напряжение из-за таких флуктуаций.

**Погрешность уставки**

Когда вы устанавливаете значение выходного напряжения программируемого источника питания, например 10 В, что вы ожидаете получить на выходе? 10 В или, может быть, 9,9 В? Об этом может рассказать параметр «погрешность уставки».

Иногда его указывают в процентах от максимального напряжения, например, 0,1% от  $U_{max}$  (DLM 60–10 с сетевым интерфейсом), или как процент и смещение, например, 0,06% + 25 мВ (N6756A). Последний вариант дает лучшее представление о реальных результатах в пределах всего диапазона напряжений. Оба значения подразумевают вероятность отклонения как в большую, так и меньшую сторону, однако знак «±» обычно не указывается.

В таблице 7 приведены результаты расчета погрешности уставки, полученные на основе характеристик из таблицы 8.

Таблица 7. Диапазоны погрешности уставки

Заданное выходное напряжение	60 В	10 В	0,5 В
Agilent N6756A	От 59,939 до 60,061 В (погрешность ±0,1%)	От 9,969 до 10,031 В (погрешность ±0,3%)	От 0,475 до 0,525 В (погрешность ±5%)
Конкурирующий источник питания	От 59,94 до 60,06 В (погрешность ±0,1%)	От 9,94 до 10,06 В (погрешность ±0,6%)	От 0,44 до 0,56 В (погрешность ±12%)

Таблица 8. Погрешность уставки

Модель	Напряжение, мВ	Ток, мА	Интерфейс
Agilent N6756A	0,06% + 25 мВ	0,1% + 12 мА	GPIB, USB и LAN
Конкурирующий источник питания	60 (0,1% от $U_{max}$ )	25 (0,25% от $I_{max}$ )	LAN
	120 (0,2% от $U_{max}$ )	50 (0,5% от $I_{max}$ )	GPIB

Как видим, параметр «процент и смещение» значительно лучше описывает погрешность уставки. Кроме того, он свидетельствует о том, что производитель уделит дополнительное время проверке погрешности во всем диапазоне выходных напряжений. При напряжении 60 В оба источника обеспечивают погрешность 0,1%. Однако при малых значениях напряжения, например 0,5 В, разница существенно увеличивается. Если первый источник дает при этом погрешность 12%, то второй — всего 5%.

И наконец, нужно выяснить, зависит ли погрешность уставки от используемого интерфейса, такого как GPIB, USB или LAN. Многие производители указывают различные значения погрешности для тех или иных интерфейсов. Например, конкурирующий источник питания имеет погрешность уставки 0,1% от  $U_{\max}$  при использовании интерфейса Ethernet и 0,2% от  $U_{\max}$  при использовании интерфейса GPIB. Характеристики Agilent N6756A не зависят от используемого интерфейса.

#### **Погрешность измерения, погрешность считывания показаний**

Если оцениваемый вами источник питания оснащен встроенной измерительной системой, то должна указываться погрешность этой системы. Подобно описанной выше погрешности уставки, этот параметр можно представить процентом от полной шкалы измерения или в виде процента и смещения. И снова последний вариант лучше представляет погрешность во всем диапазоне работы источника

#### **Перевод основных терминов**

- DC output ratings — выходные характеристики
- Output noise — выходной шум
- Output ripple and noise — выходные пульсации и шум
- Periodic and random deviations (PARD) — периодические и случайные отклонения
- Common mode noise — синфазный шум
- Load regulation/Load effect — нестабильность по току нагрузки (влияние нагрузки)
- Load transient recovery time/Transient response time — время отклика на изменение нагрузки
- Source effect/Line effect/Source regulation/Line regulation — нестабильность по входному напряжению (влияние сети переменного тока)
- Programming accuracy — погрешность уставки
- Measurement accuracy — погрешность измерения
- Readback accuracy — погрешность считывания показаний

**Таблица 9.** Погрешность измерения

Модель	Напряжение, мВ	Ток, мА	Интерфейс
Agilent N6756A	0,05% + 25 мВ	0,1% + 8 мА	GPIB, USB и LAN
Конкурирующий источник питания	60	25	LAN
	150	50	GPIB

питания. Кроме того, подобно погрешности уставки, погрешность измерения может зависеть от интерфейса, используемого для считывания показаний, поэтому перед окончательной оценкой этой характеристики выясните, с каким интерфейсом вы собираетесь работать.

В нашем примере погрешность измерения конкурирующего источника совпадает с погрешностью уставки (кроме погрешности измерения напряжения через интерфейс GPIB — 0,25% от  $U_{\max}$ ). Погрешность измерения Agilent N6756A равна 0,05% + 25 мВ, что немного лучше погрешности уставки. В каждом из этих примеров указано лишь одно значение погрешности. Однако некоторые прецизионные источники питания могут иметь несколько измерительных диапазонов. В этом случае погрешность будет зависеть от используемого измерительного диапазона. Погрешность измерения (табл. 9) можно рассчитать точно так же, как это делалось для погрешности уставки.

#### **Заключение**

Существуют и другие характеристики источников питания, которые тоже можно обсудить. Однако описанные выше характеристики являются наиболее важными, и их обязательно должен учитывать разработчик, желающий запитать отлаживаемое электронное устройство от программируемого источника питания постоянного тока. Не забывайте, что очень важно начать с выяснения характеристик вашего устройства и способов его питания и тестирования. Какие нужны ток, напряжение и мощность? Изменится ли динамически мощность, потребляемая вашим устройством? Будете ли вы выполнять измерения с помощью источника питания? Когда вы определитесь с ответами на эти вопросы, то будете готовы к оценке технических характеристик источника питания и станете на путь правильного выбора необходимого вам прибора.

#### **Литература**

1. <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5991-2293EN.pdf>