



## 1.23. ФОРМ-ФАКТОРЫ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПЭВМ

**Форм-фактор** (стандарт) источников электропитания ПЭВМ гарантирует, что устройство поместится в корпусе ПЭВМ физически и не потребуются дополнительная «доводка напильником». Под ним понимается форма, размеры и физическая компоновка того или иного устройства блока питания. Все параметры стандартизированы, поэтому устройства одного форм фактора в большинстве случаев являются взаимозаменяемыми.

Одним из распространенных форм-факторов блоков питания ПЭВМ является форм-фактор - ATX12V (ATX/ATX12V Power Supply Design Guide v2.4, <https://xdevs.com>). Первая версия форм-фактора ATX12V (версия 1.0) была представлена в феврале 2000 года, после чего стандарт несколько раз перерабатывался, в него вносились дополнения и удалялись становившиеся неактуальными требования. История развития ATX12V насчитывает семь модификаций первоначальной версии (версии 1.1, 1.2, 1.3, 2.0, 2.01, 2.1, 2.2), в результате принятия которых блок питания из классического ATX-ного блока питания превратился в современный источник, у которого отсутствует канал напряжения -5В, добавлены разъемы для питания устройств с интерфейсом SATA и дополнительные разъемы для питания ядра процессора, ужесточены требования к акустическим и электрическим шумам, введен новый канал напряжения +12V2 и т.д.

В последней версии 2.2 (март 2005 года) к спецификации форм-фактора сделаны следующие дополнения:

- увеличена выходная мощность канала +12V. Так как количество компонентов компьютера, потребляющих напряжение +12В постоянно возрастает, возникает необходимость введения еще одного канала напряжения +12В, позволяющего обеспечить суммарное значение тока напряжения +12В более 18А. Все блоки питания ATX12V должны обеспечивать эти повышенные значения тока напряжения +12В;

- определены новые минимальные значения КПД. Вместо 70%, 72% и 65% (для полной, типовой и минимальной нагрузки соответственно) разработчикам рекомендуется придерживаться новых, более высоких, значений КПД – 77%, 80% и 75% соответственно;



- предлагается заменить основной выходной разъем блока питания с 20-контактного(2x10) на 24-контактный (2x12). Это сделано для обеспечения дополнительной мощности 75Вт, необходимой для поддержания шины PCI Express;
- для канала напряжения +12V2 (контактный разъем 2x2) разработчики блока питания должны предусмотреть отдельный токовый датчик для контроля величины потребляемого тока и для защиты от перегрузок.

Блоки питания ATX12V должны иметь возможность работы в двух диапазонах питающего напряжения: 100-127В и 200-240В. Диапазон входных напряжений может выбираться либо с помощью переключателя на блоке питания, либо схемами автоматического определения и переключения номинала сети. Блок питания должен автоматически перезапускаться при восстановлении входного напряжения после его пропадания.

По входу источника питания в обязательно порядке должны быть предусмотрены следующие защиты:

- защита от превышения входного тока;
- ограничение пускового тока;
- защита от понижения входного напряжения;
- защита при возникновении аварийных ситуаций.

Токовая защита. Входные цепи блока питания должны быть защищены предохранителем, предотвращающим протекание чрезмерно-большого тока, при этом должны применять предохранители с задержкой срабатывания, что предотвращает его срабатывание от помех.

Ограничение пускового тока. В составе блока питания должна быть предусмотрена цепь, обеспечивающая ограничение пускового тока на уровне, безопасном для предохранителя, диодного моста, фильтра, сетевого кабеля и выключателя. Эта цепь может допускать протекание пускового тока и без ограничения, но только в течение трех циклов переменного входного тока. Повторяющееся включение/выключение блока питания не должно приводить к повреждению входных цепей блока питания, и в первую очередь предохранителя.

Защита от понижения входного напряжения. Блок питания должен содержать встроенную цепь защиты, позволяющую отключать источник в том случае, если его входное напряжение становится ниже минимально-допустимого входного напряжения(см.



табл.1.23.1). Такое отключение не должно приводить к отказу, каких бы то ни было компонентов блока питания.

*Таблица 1.23.1.*  
Уровни срабатывания встроенных цепей защиты БП АТХ12V

Параметр	Значение			Ед. измер.
	мин	ном	макс	
Входное напряжение $V_{in}$ (для сети 115В)	90	115	135	В
Входное напряжение $V_{in}$ (для сети 230В)	180	230	265	В
Частота входного тока $F_{vin}$	47	50\60	63	Гц

Защиты при возникновении аварийных ситуаций. В спецификации форм-фактора, кроме всего прочего, описывается и поведение источника питания в случае его неисправности. Так, например, при отказе компонентов источника питания не должно возникать таких ситуаций и явлений, как:

- открытый огонь;
- сильный дым;
- обугливание печатной платы;
- выгорание дорожек печатного монтажа платы;
- сильные помехи;
- появление расплавленных материалов;
- появление короткого замыкания между корпусом блока питания и схемной «землей».

Основные параметры входного напряжения блоков питания представлены в таблице 1.23.1

При разработке и проектировании современных источников питания приходится учитывать и рекомендации различных энерго-сберегающих стандартов и программ, например, таких, как Energy Star, EPA, Blue Angel, RAL-UZ 78, US Presidential 13221 и др.

В частности, в спецификациях Energy Star имеется раздел, в котором регламентируется максимальный уровень мощности, потребляемой блоком питания в то время, когда компьютер находится в режимах малого потребления энергии (режим Sleep – S1 или



S3). Требования Energy Star по потребляемой мощности при работе в энергосберегающих режимах изложены в таблице 1.23.2. КПД источника питания при работе в режимах Sleep в любом случае должен быть более 50%.

*Таблица 1.23.2.*

Требования Energy Star по потребляемой мощности при работе БП в энергосберегающих режимах

Мощность источника питания	Действующее значение входной мощности при работе компьютера в режимах Sleep
Меньше 200 Вт	Менее 15 Вт
От 200 Вт до 300 Вт	Менее 20 Вт
От 300 Вт до 350 Вт	Менее 25 Вт
От 350 Вт до 400 Вт	Менее 30Вт
Более 400 Вт	10% от полной мощности
Более 450 Вт	10% от полной мощности

Вышеназванные энергосберегающие стандарты и программы рекомендуют повышать КПД дежурного источника питания, формирующего напряжение +5V<sub>SB</sub>, до максимально возможного уровня. КПД дежурного источника питания измеряется при условии, что основной преобразователь не работает (т.е. сигнал PS\_ON установлен в высокий уровень). КПД дежурного источника не должен быть ниже 50% даже при минимальной нагрузке (ток 100мА).

Начиная с версии 1.2 (январь 2002 года) в описаниях форм фактора ATX12V не упоминается напряжение -5В, а с версии 2.01 (июнь 2004 года) канал -5В уже исключен из выходных напряжений, т.к. в современных компьютерах уже нет потребителей этого напряжения. Параметры выходных напряжений блока питания приводятся в таблице 1.23.3.

*Таблица 1.23.3.*



### Параметры выходных напряжений блока питания

Напряжение	Допуск, (%)	Значение, (В)		
		мин	ном	макс
+12V1	±5%	+11.40	+12.00	+12.60
+12V2	±5%	+11.40	+12.00	+12.60
+5V	±5%	+4.75	+5.00	+5.25
+3.3V	±5%	+3.14	+3.30	+3.47
-12V	±10%	-10.80	-12.00	-13.20
+5VSB	±5%	+4.75	+5.00	+5.25

На выходе блока питания различают два канала напряжения +12В:

- +12V1 (напряжение, подаваемое на основной коннектор и коннекторы дисковых устройств и видео карт);
- +12V2 (напряжение питания ядра процессора – выводится на дополнительный 4-х контактный коннектор).

Почти для всех напряжений допустимым считается отклонение на 5%, однако по каналу +12V1 допускается отклонение напряжения на 10% в момент пиковой нагрузки. Но к каналу +12V2 предъявляются более жесткие требования по стабильности, и поэтому даже в момент пиковой нагрузки напряжение в этом канале не должно быть ниже 11В.

Канал +3.3В должен быть оснащен датчиком тока, который позволяет оценить падение напряжения в проводах канала. Этот датчик соединен с контактом 13 основного коннектора посредством дополнительного провода. Сигнал датчика чаще всего обозначается +3.3VS. Для того чтобы обеспечить минимальное падение напряжения на датчике +3.3В ток через возвратный провод датчика не должен превышать значения 10мА.

Выходная мощность блока питания форм-фактора ATX12V находится в диапазоне от 250 Вт до 450 Вт. В последней спецификации описаны источники питания с выходной мощностью 250Вт, 300Вт, 350Вт, 400Вт и 450Вт. Распределение мощности по каналам для каждого из блоков питания представлено в табл.1.23.4.



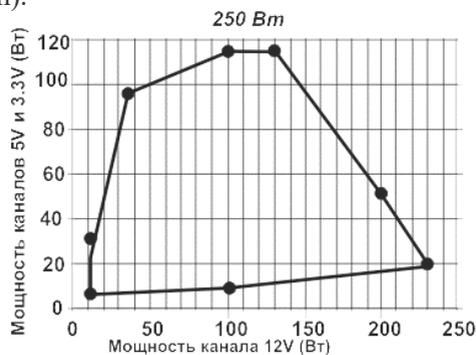
Таблица 1.23.4.  
Выходные мощности блока питания АТХ12V

Мощность блока питания	Суммарная мощность каналов +5V и +3.3V	Выходные напряжения	Величина тока		
			Минимальный	Максимальный	Пиковый
250 W	Не более 115 Вт	+ 12V1	1.0	8.0	9.0
		+ 12V2	1.0	13.0	16.5
		+ 5V	0.3	12.0	-
		+ 3.3V	0.5	14.0	-
		- 12V	0.0	0.3	-
		+ 5VSB	0.0	2.5	3.5
300W	Не более 120 Вт	+ 12V1	1.0	8.0	9.0
		+ 12V2	1.0	13.0	16.5
		+ 5V	0.3	12.0	-
		+ 3.3V	0.5	18.0	-
		- 12V	0.0	0.3	-
		+ 5VSB	0.0	2.5	3.5
350W	Не более 130 Вт	+ 12V1	1.0	10.0	11.0
		+ 12V2	1.0	13.0	16.5
		+ 5V	0.3	12.0	-
		+ 3.3V	0.5	20.0	-
		- 12V	0.0	0.3	-
		+ 5VSB	0.0	2.5	3.5
400W	Не более 130 Вт	+ 12V1	1.0	14.0	15.0
		+ 12V2	1.0	13.0	16.5

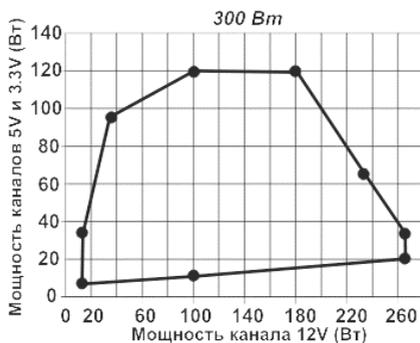


		+ 5V	0.3	14.0	-
		+ 3.3V	0.5	20.0	-
		- 12V	0.0	0.3	-
		+ 5VSB	0.0	2.5	3.5
450 W	Не более 130 Вт	+ 12V1	1.0	14.0	15.0
		+ 12V2	1.0	16.0	19.0
		+ 5V	0.3	15.0	-
		+ 3.3V	0.5	22.0	-
		- 12V	0.0	0.3	-
		+ 5VSB	0.0	2.5	3.5

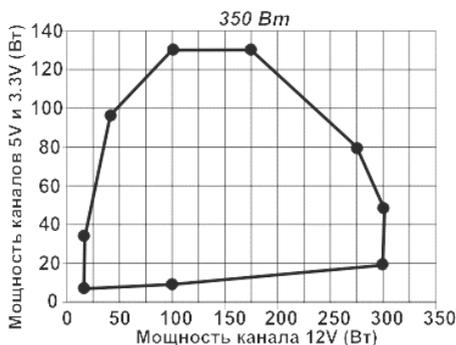
На рис.1.23.1 – рис.1.23.5 дано распределения выходной мощности по каналам при различных вариантах подключаемой нагрузки (ATX/ATX12V Power Supply Design Guide v2.4, <https://xdevs.com>).



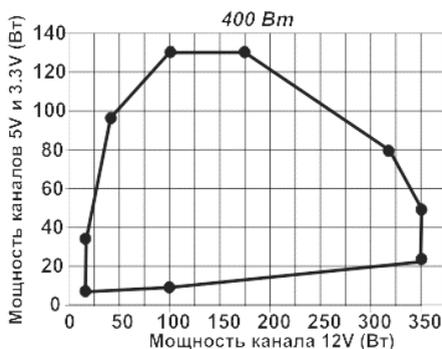
**Рис.1.23.1.** Суммарная мощность каналов питания +5В и +3,3В при общей мощности БП 250 Вт



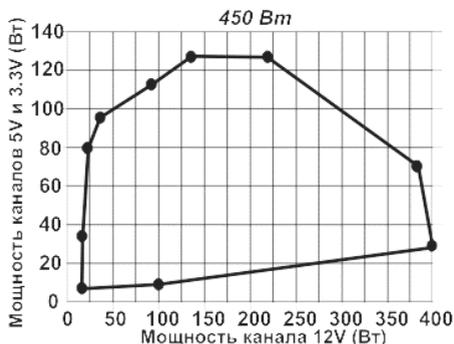
**Рис.1.23.2.** Суммарная мощность каналов питания +5В и +3,3В при общей мощности БП 300 Вт



**Рис.1.23.3.** Суммарная мощность каналов питания +5В и +3,3В при общей мощности БП 350 Вт



**Рис.1.23.4.** Суммарная мощность каналов питания +5В и +3,3В при общей мощности БП 400 Вт



**Рис.1.23.5.** Суммарная мощность каналов питания +5В и +3,3В при общей мощности БП 450 Вт

Блок питания должен выдерживать без отказа компонентов пиковый ток, возникающий в каналах +12V и +5VSB, в течение 17 секунд при соблюдении условия, что этот пик не будет повторно возникать в течение минуты. Величина этого пикового тока указана в таблице 1.23.4. Пиковое значение тока в канале +12V2 (питание ядра процессора) блок питания должен выдерживать в течение 10 мс, и при этом напряжение канала не должно становиться ниже +11.0В.

Минимальные и рекомендуемые значения КПД для блоков питания форм-фактора ATX12V указаны в таблице 1.23.5.

*Таблица 1.23.5.* Значения КПД для блоков питания форм-фактора ATX12V

КПД	Тип нагрузки		
	Полная	Типовая	Легкая
Требуемое значение КПД	70%	72%	65%
Рекомендуемое значение КПД	77%	80%	75%

КПД зависит от величины нагрузки, поэтому при его измерении и расчете принимаются следующие градации величины нагрузки:

- полная нагрузка – 100%;
- типовая нагрузка – составляет 50% от полной нагрузки;
- легкая нагрузка – составляет 20% от полной нагрузки.



КПД блоков питания измеряется при номинальном входном напряжении, при номинальных условиях работы (см. табл.1.23.12) и при нагрузке, токи которой указаны в таблице 1.23.7. С методиками и принципами вычисления величины нагрузки и вычисления КПД источников питания можно познакомиться на сайте [www.efficientpowersupplies.org](http://www.efficientpowersupplies.org).

Нестабильность выходных напряжений во многом определяет качество источника питания, поэтому в описании форм-фактора специфицируется уровень нестабильности выходных напряжений и величина допустимых помех. Эти показатели должны измеряться при номинальных уровнях входного переменного напряжения и при соответствующей нагрузке, токи потребления которой указаны в таблице 4. Помехи выходных напряжений могут носить как случайный, так и периодический характер, находясь в диапазоне частот от 10 Гц до 20 МГц. Для измерения уровня выходных пульсаций и шумов необходимо использовать осциллограф с полосой пропускания до 20 МГц. В тестируемом канале напряжения необходимо устанавливать «конденсаторный шунт» между блоком питания и нагрузкой, что позволяет эмулировать системную нагрузку. Этот шунт должен состоять из двух конденсаторов: керамического конденсатора, емкостью 0.1 мкФ, и электролитического конденсатора, емкостью 10 мкФ подключаемых параллельно нагрузке.

Измерения необходимо проводить дважды: для минимальной нагрузки и для максимальной нагрузки. Величины допустимых пульсаций выходных напряжений даны в таблице 1.23.6.

*Таблица 1.23.6.*

Величины допустимых пульсаций выходных напряжений

Выходное напряжение	Величина допустимых пульсаций, (мВ)
+12V1	120
+12V2	120
+5V	50
+3.3V	50
-12V	120
+5V_SB	50



Таблица 1.23.7.

Распределение токов нагрузки по линиям питания

Тип нагрузки	Величина тока, (А)					
	+12V1	+12V2	+5V	+3.3V	-12V	+5VSB
250 Вт						
Полная нагрузка	5.3	9.1	12	14	0.3	1.0
Типовая нагрузка	2.6	4.5	7.8	1.8	0.1	1.0
Легкая	1.0	1.8	1.6	1.8	0.0	1.0
300 Вт						
Полная нагрузка	6.0	10.5	9.0	13.5	0.3	1.0
Типовая нагрузка	3.0	5.3	4.5	6.8	0.1	1.0
Легкая	1.2	2.1	1.8	2.7	0.0	1.0
350 Вт						
Полная нагрузка	7.9	11.9	9.5	15.9	0.3	1.0
Типовая нагрузка	4.0	6.0	4.8	7.9	0.1	1.0
Легкая	1.6	2.4	1.9	3.2	0.0	1.0
400 Вт						
Полная нагрузка	11.2	12.0	11.2	16.0	0.3	1.0
Типовая нагрузка	5.6	6.0	5.6	8.0	0.1	1.0
Легкая	2.2	2.4	2.2	3.2	0.0	1.0
450 Вт						
Полная нагрузка	12.6	14.2	11.8	17.4	0.3	1.0
Типовая нагрузка	6.3	7.1	5.9	8.7	0.1	1.0
Легкая	2.5	2.8	2.4	3.5	0.0	1.0

Реакция на импульсные изменения нагрузки является еще одной характеристикой блока питания, описанной в спецификации форм-фактора ATX12V. Выходные напряжения блока питания



должны находиться в допустимых пределах, указанных в таблице 1.23.3, даже в том случае, когда ток нагрузки скачкообразно изменяется (в определенных пределах и с определенной скоростью).

При измерениях данного параметра блока питания, допустимой скоростью изменения выходного тока считается 1 А/мкс. Допустимые скачкообразные отклонения нагрузки, при которых выходные напряжения должны оставаться в рабочем диапазоне, приводятся в таблице 1.23.8. Так, например, если в блоке питания мощностью 300Вт максимально значение тока для канала +5V составляет 12А, то в соответствии табл. 1.23.8 получим для него допустимое отклонение тока  $\Delta I_n = 12\text{А} * 30\% = 3.6\text{А}$ .

Таблица 1.23.8.

Допустимые изменения нагрузки для выходных напряжений БП

Выходное напряжение	Величина допустимого изменения нагрузки
+12V1	40%
+12V2	60%
+5V	30%
+3.3V	30%
-12V	0.1 А
+5V_SB	0.5 А

Значения, приведенные в таблице 1.23.8 корректны только лишь при следующих условиях:

- изменение тока нагрузки происходит одновременно во всех трех основных каналах напряжения (+12V, +5V, +3.3V) причем изменение происходит в одном направлении (например, ток всех каналов возрастает);

- частотный диапазон изменений нагрузки находится в пределах от 50 Гц до 10 кГц;

- емкость нагрузки каждого канала соответствует значению, указанному в таблице 1.23.9;

- параметры входного сетевого напряжения соответствуют значениям, указанным в таблице 1.23.1.



Емкость нагрузки, подключенной к каждому из выходных каналов блоков питания, приводится в таблице 1.23.9. Блок питания должен запускаться и формировать номинальные выходные напряжения при подключении к нему нагрузки с указанной емкостью.

Таблица 1.23.9.

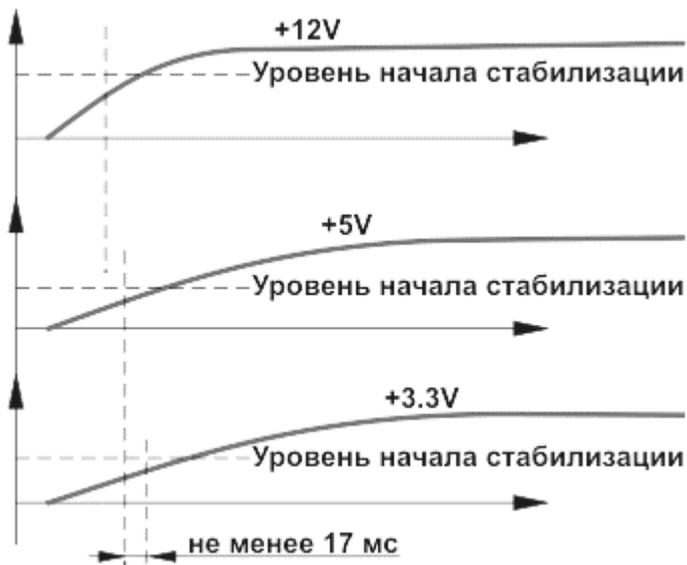
Допустимая ёмкость нагрузки по каналам питания БП ПК

Выходное напряжение	Емкость нагрузки, (мкФ)
+12V1	5 000
+12V2	3 000
+5V	6 000
+3.3V	6 000
-12V	350
+5V_SB	350

Требования к стабилизации выходных напряжений указывают, что стабилизация должна осуществляться схемой управления с обратной связью. Для этой схемы рекомендуемый запас регулировки по фазе составляет  $45^\circ$ , а запас по усилению составляет 10 дБ. Эти значения рекомендуются как для максимального, так и для минимального значения нагрузки.

Временная зависимость формирования выходных напряжений блока питания определяет, что во время запуска и работы блока питания, уровни напряжения в каналах +5V и +12V должны быть больше, или, хотя бы, должны быть равны уровню напряжения в канале +3.3V. Напряжения +5V и +12V должны достигать минимального уровня, при котором может осуществляться их регулировка и стабилизация, на 20 мс раньше, чем напряжение +3.3V (рис.1.23.6). Дело в том, что в каналах +5V и +12V обычно устанавливаются конденсаторы большой емкости, а, кроме того, к этим каналам подключается значительная емкостная нагрузка. Все это приводит к тому, что напряжение в них в момент запуска будет нарастать значительно медленнее, чем в канале +3.3V. Однако разработчики блоков питания, все-таки, должны использовать такие

схемотехнические решения, которые позволят получить зависимость, изображенную нарис.1.23.6.



**Рис. 1.23.6.** Формирование выходных напряжений блока питания ПК

Реакция на пропадание входного напряжения должна быть следующей: при пропадании входного питающего напряжения блок питания должен обеспечивать формирование выходных напряжений, находящихся в допустимых пределах (см. табл.1.23.3), в течение, как минимум, 17 мс (при работе блока питания на максимальную нагрузку), для сетей с частотой 50 Гц интервал возрастает до 20 мс. Такая временная задержка позволит не реагировать компьютеру на пропадания сетевого напряжения в течении одного периода.

Требования к запуску основного преобразователя, формирующего напряжения +5V, +12V и +3.3V заключаются в том, что время, в течение которого выходные напряжения должны достигнуть номинальных значений на выходе блока питания после активизации сигнала PS\_ON (низким уровнем), не должно превышать 500 мс (период T1 нарис.1.23.9).

Зависимость скорости нарастания выходных напряжений имеет большое значение для обеспечения корректного запуска компью-



тера. Поэтому в спецификации АТХ12V определяются основные параметры кривой нарастания выходных напряжений. В частности, спецификация определяет, что время нарастания выходных напряжений от 10% до 90% их номинального уровня должно составлять от 0.2 до 20 мс (период времени  $T_2$  нарис.1.23.9). При этом угол наклона кривой нарастания должен находиться в диапазоне от 0 В/мс до  $[V_{out}/0.1]$  В/мс. Кроме того, в спецификации указывается еще и другая характеристика кривой нарастания напряжений: если взять любой 5-миллисекундный сегмент этой кривой, и провести прямую линию, соединяющую две крайних точки этого сегмента, то угол наклона этой линии должен превышать значение  $[V_{out}/20]$  В/мс (рис.1.23.7).



**Рис.1.23.7.** Максимальная скорость нарастания выходных напряжений на 5 мс интервале

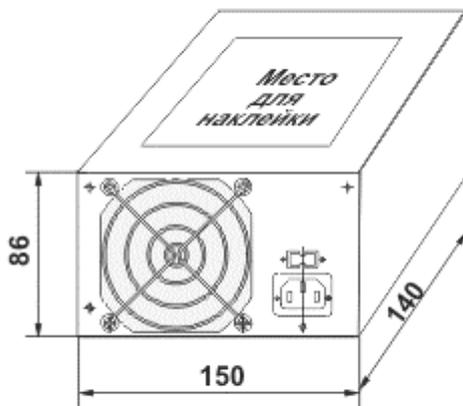
Величина выбросов выходных напряжений в моменты включения/выключения блока питания не должна превышать 10% от номинальных значений, а отрицательные выбросы на выходах не допускаются ни при каких условиях.

Требования к сигналу PWR\_OK (Power Good). Этот сигнал своим высоким уровнем показывает, что выходные напряжения +5V, +12V и +3.3V находятся в допустимых пределах (табл.1.23.3), а также то, что в источнике запасена достаточная энергия, которая позволит ему поддерживать эти выходные напряжения не менее 17 мс даже при пропадании входного питающего напряжения. В низкий уровень сигнал PWR\_OK должен устанавливаться в том случае, если:



- любое из напряжений +5V, +12V и +3.3V становится ниже минимально-допустимого уровня;
- входное питающее напряжение пропадает на значительный период времени.

Габаритные размеры блока питания должны составлять 150x140x86 мм (рис.1.23.8). В стандарте отмечено, что выходной поток воздуха системного блока создается вентилятором источника питания, проходит через него и выдувается через заднюю стенку корпуса.



**Рис.1.23.8.** Габаритные размеры блока питания

Временные диаграммы формирования сигнала PWR\_OK и выходных напряжений представлены на рис.1.23.9, а в таблице 1.23.10 описаны параметры этого сигнала. Сигнал PWR\_OK должен активизироваться высоким уровнем при достижении выходными напряжениями величины 95% от номинального значения.

Требования к сигналу PS\_ON/. Управление, а точнее запуск/отключение блока питания, осуществляется сигналом удаленного управления PS\_ON#. Сигнал активен низким логическим уровнем и формируется системной платой, позволяя осуществлять программное включение и отключение блока питания. При установке сигнала PS\_ON# в низкий уровень (напряжение величиной от 0В до 0.8В), блок питания начинает формировать четыре выходных напряжения +12V, +5V, +3.3V, -12V, а при установке сигнала в высокий уровень (от 2.0В до 5.25В) эти напряжения перестают формироваться, и на выходах блока питания устанавливаются нулевые напряжения. Сигнал PS\_ON# не оказывает влияния



на выходное напряжение +5VSB. Блоком питания должно обеспечиваться внутреннее начальное смещение сигнала PS\_ON# в высокий логический уровень. Кроме того, блок питания должен быть оснащен цепью, предотвращающей «дрожание» сигнала PS\_ON#, т.к. нестабильность уровня этого сигнала может приводить к периодическим несанкционированным переключениям блока питания, особенно в случае формирования сигнала PS\_ON механическими переключателями.

В спецификации также предусмотрена ситуация, когда сигнал PS\_ON активизируется в момент «просадки» силовой шины. Если сигнал PS\_ON длительностью от 10мс до 100мс будет сформирован в момент такой «просадки», то это не должно приводить к блокировке источника питания.

Таблица 1.23.10.

Допустимые токовые и временные параметры сигналов БП

Параметр	Значение
Тип сигнала PWR_OK	+5В
Низкий уровень сигнала PWR_OK	менее 0.4В(4мА)
Высокий уровень сигнала PWR_OK	от 2.4В до 5В (200 мкА)
Выходное сопротивление при высоком уровне сигнала PWR_OK	1 кОм между выходом и «общим»
Временная задержка формирования сигнала PWR_OK (Т3)	от 100 мс до 500 мс
Время нарастания сигнала PWR_OK (Т4)	менее 10 мс
Временная задержка при пропадании входного напряжения (Т5)	более 16 мс
Время упреждения при уменьшении выходных напряжений (Т6)	более 10 мс

Если источник питания отключается и переходит в состояние блокировки прежде, чем в его выходных цепях возникает неисправность, то нормальное функционирование блока может продолжаться только после «восстановления» сигнала PS\_ON. Для



выведения блока питания из состояния блокировки, сигнал PS-ON должен установиться в высокий уровень (неактивное состояние) на время не менее 1 секунды, после чего опять должен вернуться состояние низкого уровня (активное состояние).

Требования к дежурному источнику питания. К напряжению питания дежурного источника (+5VSB) предъявляется значительно меньше требований – для него указывается лишь то, что оно должно устанавливаться на заданном уровне не позднее чем через 2 секунды после включения блока питания в сеть.

Выходное напряжение дежурного источника питания +5VSB должно формироваться в течение всего времени, пока на входе блока питания имеется переменное напряжение. К стабильности напряжения +5VSB предъявляются жесткие требования – допустимое отклонение не должно превышать 5%. Источник дежурного питания должен обеспечивать величину тока до 2.5 А при условии стабильности напряжения. В момент активизации какого-либо устройства, особенно устройства USB, ток потребления может достигать величины 3.5А. Дежурный источник питания должен выдерживать этот пиковый ток без повреждения более 3 секунд. Точковая защита дежурного источника питания не предусматривает контроля величины выходного тока канала +5VSB, т.к. дежурным источником питаются еще и внутренние цепи блока питания. Однако отсутствие непосредственного контроля тока не должно приводить к повреждениям дежурного источника в случае «коротких» замыканий и больших токов в нагрузке канала +5VSB.

Спецификация ATX12V требует наличия на выходе блоке питания различных защитных функций. Хотя конкретных рекомендаций и схемотехнических решений по проектированию этих защит не приводится, общие принципы их функционирования и назначения все же описаны. Вот некоторые из этих рекомендаций.

Датчики напряжения должны быть отделены от микросхемы управления и должны располагаться на некотором удалении от нее. Случайные ошибки, зафиксированные датчиками напряжения, не должны становиться причиной длительного повышения напряжения в одном или во всех выходных каналах. В случае превышения выходных напряжений сверх установленных значений, блок питания должен выключаться, причем защита должна быть триггерного типа, т.е. после ее активизации блок питания не должен самопроизвольно перезапускаться. Пороговые напряжения срабатывания защиты представлены в таблице 1.23.11.



Короткое замыкание в нагрузке определяется в том случае, если в любом из каналов сопротивление между выходом и «землей» становится меньше, чем 0.1 Ом. Защита от коротких замыканий также должна быть триггерного типа. Каналы +12V1 и +12V2 должны иметь собственные (независимые) токовые датчики. Замыкание между каналом +5VSB и основными выходными напряжениями не должно приводить к отказу блока питания.

Таблица 1.23.11.

Напряжения срабатывания защиты от превышения напряжения на выходе

Канал	Порог срабатывания защиты от превышения напряжения, (В)		
	мин	ном	макс
+12V1	+13.40	+15.00	+15.60
+12V2	+13.40	+15.00	+15.60
+5V	+5.74	+6.30	+7.00
+3.3V	+3.76	+4.20	+4.30

Короткое замыкание в канале +5VSB не должно приводить в блокировке источника питания, т.е. защита этого канала не должна быть триггерного типа. После устранения короткого замыкания в этом канале, дежурный источник должно автоматически перезапуститься.

Возникновение длительного короткого замыкания не должно приводить к повреждению компонентов блока питания (выгоранию дорожек печатного монтажа, разрушению коннекторов, выгоранию компонентов и т.п.). Максимальная энергия короткого замыкания не должна превышать значения 240ВА в любом из выходных каналов.

Запуск блока питания без подключения какой-либо нагрузки не должен приводить к его отказу. В спецификации ATX12V содержится рекомендация, по которой блок питания вообще не должен запускаться без нагрузки, переходя в состояние блокировки.

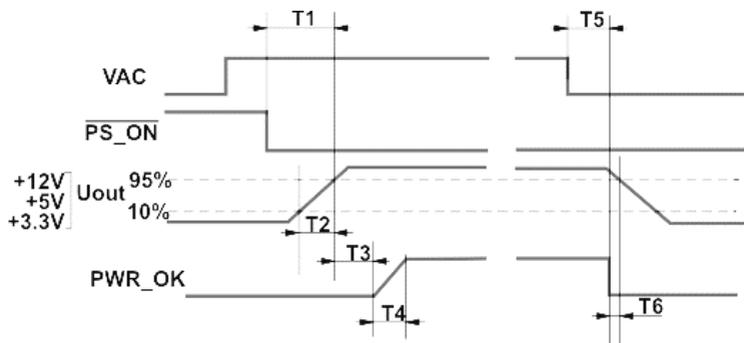
Защита от превышения тока. Эта защита должна быть спроектирована таким образом, чтобы исключить протекание в нагрузке



тока, сверх лимитированного значения. При превышении нагрузки блокировка выходов источника питания должна происходить раньше, чем потребление энергии в любом из тестируемых каналов достигнет величины 240 ВА. При тестировании данной защиты необходимо обеспечить скорость нарастания тока, равную минимум 10 А/с при полной нагрузке.

Защита от превышения температуры внутри блока питания является опциональной, т.е. не обязательной для реализации. Повышение температуры, чаще всего, является следствием плохой работы вентилятора или слишком больших токов нагрузки. Защита от перегрева может быть как триггерной, так и автоматически перезапускаемой. В последнем случае разработчики обязаны предусмотреть значительный температурный гистерезис, чтобы избежать частого и периодического срабатывания этой защиты.

Линия «Земля» выходных каналов должна быть соединена с корпусом блока питания, а корпус блока питания, в свою очередь, должен быть соединен с шасси компьютера.



**Рис. 1.23.9.** Временные зависимости сигналов при включении БП ПК

Вентилятор блока питания должен представлять собой осевой 80-миллиметровый вентилятор. Вентилятором должен создаваться поток воздуха объемом 2.5-3.5 м<sup>3</sup>/мин. Желательно, чтобы скорость вентилятора регулировалась схемой термического контроля. Это позволяет оптимизировать температуру внутри блока питания, а также снижать уровень акустического шума, генерируемого блоком питания. Желательно, чтобы датчик температуры располагался на радиаторе вторичных выпрямителей и обдувался входящим воздушным потоком. Это позволит схеме термического контроля



регулировать скорость вращения вентилятора не только при изменениях температур блока питания, но и при изменениях температуры внутри корпуса компьютера. Вентилятор должен включаться и выключаться сигналом PS\_ON (высоким уровнем сигнала PS\_ON вентилятор выключается). Желательно, чтобы рассекаТЕЛЬ воздушного потока вентилятора был изготовлен из штампованного металла – это уменьшает уровень акустических вибраций. Требования к вентиляционным отверстиям в корпусе блока питания предполагают, что они должны создавать как можно меньшее препятствие воздушному потоку из системного блока, т.е. они должны быть настолько большими, насколько это возможно и при этом создавать минимум шума. Наличие любых объектов ближе, чем 1.5 см от входных и выходных вентиляционных отверстий недопустимо.

На корпусе блока питания должна размещаться этикетка, в которой в обязательном порядке должна быть отражена следующая информация:

- информация о продукции и производителе (наименование фирмы-производителя, модель, серийный номер, дата изготовления и т.п.), может указываться как в виде штрих кода, так и в виде текста;
- диапазон входных напряжений и номинал потребляемого тока;
- выходные напряжения и допустимые токи для каждого из них;
- предупреждающий текст: «Не снимать эту крышку. Доступ только для квалифицированных специалистов. Пользователям работы внутри блока запрещены».

Атмосферные условия и внешние воздействия, при которых должен храниться и функционировать блок питания, представлены в таблице 1.23.12, которая содержит лишь самые основные характеристики.



Таблица 1.23.12.

Атмосферные условия и внешние воздействия

Атмосферные условия и механические воздействия	Допустимые значения
Рабочая температура	От +10 до +50 °С. Скорость изменения температуры при работе на полную нагрузку может достигать в отдельные моменты времени значения 5 °С за 10 минут, но, в целом, скорость изменения температуры не должна превышать значения 10 °С/час.
Температура при хранении	От -40 до +70 °С. Максимальная скорость изменения температуры не должна быть более 20 °С/час.
Термические удары (при транспортировке)	От -40 до +70 °С при скорости изменения температуры от 15 °С/мин до 30 °С/мин. Устойчивость к термическим ударам должна тестироваться в течение 50 циклов. Временной период полуцикла (от одного температурного предела до другого) составляет 30 минут.
Относительная влажность	При работе: 85% (без образования конденсата). При хранении: 95% (без конденсата).
Механические удары	50гили м/с <sup>2</sup>

Важной энергетической характеристикой блоков питания является величина токов нечетных гармоник. Эта характеристика дает представление о форме входного тока и величине коэффициента мощности. Спецификация ATX12V регламентирует максимально допустимую величину токов гармоник на уровнях, указанных в табл.1.23.13. Значения, приведенные в этой таблице, полностью соответствуют европейским стандартам на оборудование класса D.

Важной энергетической характеристикой блоков питания является величина токов нечетных гармоник. Эта характеристика дает представление о форме входного тока и величине коэффициента мощности. Спецификация ATX12V регламентирует максимально



допустимую величину токов гармоник на уровнях, указанных в табл.1.23.13. Значения, приведенные в этой таблице, полностью соответствуют европейским стандартам на оборудование класса D.

Таблица 1.23.13.  
Величины токов нечетных гармоник

Номер гармоники	Величина тока гармоники	
	для сети 230В/50Гц	для сети 100В/50Гц
3	2.3	5.29
5	1.14	2.622
7	0.77	1.771
9	0.4	0.92
11	0.33	0.759
13	0.21	0.483
15<N<39	0.15 x (15/N)	0.345x (15/N)

Уровень акустического шума, формируемого блоком питания не должен превышать значения 4.0 дБА при температуре 43°, при 50% нагрузке и на высоте, соответствующей уровню моря.

Набор выходных разъемов блоков питания форм-фактора ATX12V является достаточно обычным:

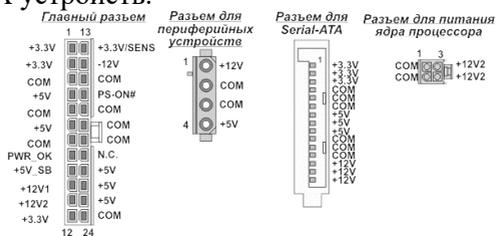
- основной разъем;
- разъем для питания ядра процессора;
- разъем для подключения периферийных устройств (HDD/CD/DVD и т.п.);
- разъем для подключения FDD;
- разъем для питания АТА-устройств.

Для всех выходных напряжения должны использоваться провода, рассчитанные на напряжение постоянного тока величиной 300В и способные выдерживать температуру, как минимум 85 °С. Длина проводов основного разъема должна быть не менее 280мм, а длина проводов остальных разъемов – не менее 250 мм.

Распределение сигналов по контактам разъемов показано на рис.1.23.10, а их описание представлено в таблице 1.23.14. В таб-



лице 1.23.15 дано распределение сигналов по контактам разъема питания SATA устройств.



**Рис.1.23.10.** Внешний вид и распределение сигналов по контактам разъемов питания БП ПК

*Таблица 1.23.14.*

Распределение сигналов по контактам разъемов БП

Напряжение/сигнал	Цвет провода
+12V1	желтый
+12V2	желтый
+5V	красный
+3.3V	оранжевый
-12V	синий
+5V_SB	фиолетовый
COM	черный
PWR_OK (питание в норме– сигнал устанавливается в высокий уровень, когда все выходные напряжения достигают номинальных значений)	серый
PS_ON# (удаленное управление– при установке сигнала в низкий уровень запускается основной преобразователь)	зеленый
+3.3VSEN (датчик +3.3В – сигнал контроля падения напряжения на проводах)	коричневый



Таблица 1.23.15.

Распределение сигналов по контактам разъема питания SATA

Контакт	Сигнал	Описание
P1	+3,3 В	+3,3 В (питание)
P2	+3,3 В	+3,3 В (питание)
P3	+3,3 В	+3,3 В (питание)
P4	Общий	Первая пара
P5	Общий	Первая пара
P6	Общий	Первая пара
P7	+5 В	+5 В (питание)
P8	+5 В	+5 В (питание)
P9	+5 В	+5 В (питание)
P10	Общий	Первая пара
P11	Общий	Первая пара
P12	Общий	Первая пара
P13	+12 В	+12 В (питание)
P14	+12 В	+12 В (питание)
P15	+12 В	+12 В (питание)

В 2021 году были приняты новые стандарты питания. ATX 3.0 в котором оговаривается возможность работы БП при кратковременных пиковых нагрузках, которые в два раза превышают заявленную мощность самого БП. В стандарте на интерфейс PCIe 5.0 в свою очередь говорится о том, что блоки питания оснащаются новым 12+4-контактным разъёмом питания PCIe 5.0 для видеокарт, по которому на графический ускоритель можно передавать до 600 Вт мощности.