Обзор стабилизатора SmartWatt AVR Slim 2000 RW

В обзоре изучим релейный стабилизатор напряжения SmartWatt мощностью 2000 ВА из линейки AVR Slim.

К стабилизатору такой мощности можно подключить холодильник, газовый котёл, насос и другое электрооборудование. Как выбрать стабилизатор по мощности я тоже расскажу.

Особенность SmartWatt AVR Slim 2000 RW — девять ступеней регулирования напряжения — восемь на повышение и одна на понижение. Их можно сравнить с автоматической коробкой передач в автомобиле — чем больше скоростей, тем менее заметны моменты переключения. Благодаря большому количеству ступеней стабилизатор обеспечивает номинальное напряжение на выходе с отклонением не более ±8% в диапазоне входных напряжений от 100 до 260 В.

Для сравнения — в большинстве стабилизаторов применяется 5−6 ступеней регулировки, а нижний предел рабочего напряжения стабилизатора ограничивается 160-170 В, чего бывает недостаточно.

В обзоре я проверю конструкцию и функциональность устройства, схемотехнику и оценю его стабилизирующие свойства:

- Построю график зависимости выходного напряжения от входного
- Протестирую стабилизатор при максимальной нагрузке
- Сравню показания дисплея с показаниями измерительных приборов
- Проверю эффективность встроенных защит

Содержание

1. Для чего нужен стабилизатор напряжения
2. Электрические и функциональные характеристики
3. Упаковка и комплект поставки
4. Конструкция и функционал стабилизатора
5. Внутренняя конструкция стабилизатора
6. Встроенный измеритель напряжения, точность показаний
7. Параметры стабилизации, уровни переключения ступеней, защита от перенапряжений.
8. Скорость переключения ступеней, функция ZeroCross
9. Допустимая мощность нагрузки, зависимость от входного напряжения, защита от перегрузки
10. Длительные тесты под нагрузкой
11. Заключение

Для чего нужен стабилизатор напряжения

Стабилизатор поднимает пониженное и понижает повышенное напряжение до 220−230 вольт, то есть стабилизирует его. И низкое, и высокое напряжение вредно для электроприборов. В первом случае техника работает «слабо», а во втором может перегореть.

Проверить уровень напряжения в розетке может электрик или вы сами, с помощью мультиметра. Но даже без измерительных электроприборов легко понять, что с напряжением в доме что-то не то:

- холодильник неуверенно включается или вовсе не запускается
- лампочки тускло светят или периодически меняют яркость
- чайник долго нагревает воду
- кондиционер слабо охлаждает
- насос вяло качает воду из скважины
- газовый котел отключается

Для таких случаев и нужен стабилизатор напряжения. Чтобы выбрать его грамотно, следует понимать как он работает и какие характеристики важны. Мой обзор поможет понять, подходит ли описываемый стабилизатор под ваши нужды.

Электрические и функциональные характеристики

Общие характеристики

Бренд	SmartWatt
Модель стабилизатора напряжения	AVR SLIM 2000RW
Тип стабилизатора напряжения	Релейный, ступенчатый
Номинальная полная мощность	2000 ВА
Рабочий диапазон входного напряжения	100−260 В
Предельный диапазон входного напряжения (далее отключение нагрузки)	90−270 В
Номинальное выходное напряжение	220 В
Точность поддержания выходного напряжения в рабочем диапазоне входного напряжения	220 В ± 8% (202.4…237.6 В)
Время задержки подачи питания потребителю	6 с или 180 с (выбирает пользователь)
Количество розеток	2
Индикация параметров	LED-дисплей (светодиодный)
Рабочая температура эксплуатации	−10…+40 °C
Срок эксплуатации	10 лет
Срок гарантии	1 год
Масса устройства	4.92 кг

Функционал и особенности стабилизатора AVR SLIM 2000RW

Функциональность	**Пояснения автора обзора**
Защита от повышенного напряжения в сети	Отключает нагрузку, если напряжение сети на входе стабилизатора превысит 270 В. Как только напряжение в сети вернётся в рабочий диапазон, стабилизатор подключит нагрузку с задержкой (6 или 180 с). Подтверждено экспериментально.
Защита от пониженного напряжения в сети	Отключает нагрузку, если напряжение сети на входе стабилизатора станет менее 90 В. Как только напряжение в сети вернётся в рабочий диапазон, стабилизатор подключит нагрузку с задержкой (6 или 180 с). Подтверждено экспериментально.

Защита от перегрузки	Если мощность нагрузки превысит допустимую на 10 %, стабилизатор отключит нагрузку через 30 с. Если превышение на 20%, то нагрузка отключится через 6 с. Процент превышения может отличаться на ± 8% в зависимости от экземпляра стабилизатора. Подтверждено экспериментально.
Защита от короткого замыкания	Стабилизатор отключает нагрузку при возникновении на выходе короткого замыкания. Данная ситуация является аварийной, поэтому опытным путем не проверялась.
Защита от перегрева	Датчик температуры установлен на тороидальном трансформаторе (закреплён на обмотке). При перегреве трансформатора стабилизатор отключится. Данная ситуация является аварийной, поэтому не проверялась опытным путем.
Применение тороидального трансформатора	Уменьшает размеры корпуса и вес, увеличивает КПД, уменьшает уровень низкочастотного гула.
Увеличенное количество ступеней регулирования	Поддерживает напряжение на выходе в пределах от 204 до 237 В при снижении напряжения в сети до 100 В и увеличении до 260 В. Подтверждено экспериментально.
Функция ZeroCross	Переключения ступеней происходит в момент перехода сетевого напряжения через ноль. Уменьшает помехи переключения, уменьшает нагрузку на контакты реле и на входные цепи подключенных устройств. Подтверждено экспериментально.
LED-дисплей, отображает основные параметры и аварийные ситуации	Дисплей отображает входное напряжение, выходное напряжение (реальное, а не номинал) и уровень нагрузки в процентах с учётом входного напряжения.

В линейке стабилизаторов SmartWatt AVR SLIM девять моделей мощностью от 500 до 12000 ВА. Они отличаются габаритами, весом и некоторыми конструктивными особенностями, которые я отразил в таблице ниже.

Модель, мощность, ВА	Подключение к сети	Выход для подключения нагрузки	Выключатель питания	Байпас	Вентилятор принудительного охлаждения
500–1000	кабель, евровилка	розетка, 1 шт.	клавишный	нет	нет
1500–2000	кабель, евровилка	розетка, 2 шт.	клавишный	нет	нет
3000–12000	клеммная колодка	клеммная колодка	автоматический выключатель	автоматический выключатель	да

Электрические характеристики (за исключением мощности), логика работы, функционал, реализация защит у всех моделей идентичны.

Упаковка и комплект поставки

Стабилизатор поставляется в картонной коробке размером 350×240×160 мм. Весит она 5.2 кг.

MG_8025_коробка_3.jpg

Внутри устройство упаковано в полиэтиленовый пакет и зафиксировано пенопластом.

К упаковке у меня возникли вопросы — коробка из тонкого картона, пенопластовые вставки тоже тонкие и хрупкие. Мой стабилизатор пришёл в дополнительной коробке — спасибо складским сотрудникам e2e4 за заботу. Но думаю, качеством упаковки должен заниматься в первую очередь производитель, а не продавец.

Забегая вперёд, скажу, что стабилизатор выполнен в добротном металлическом корпусе. И глядя на него и коробку, возникает когнитивный диссонанс — электроприбор и его упаковка явно не соответствуют друг другу по качеству исполнения.

IMG_8020_коробка-открыта_6.jpg

Внутри коробки лежит руководство пользователя, подробное и хорошо оформленное. Руководство общее для всей линейки стабилизаторов серии AVR SLIM от 500 до 12000 ВА. Ознакомиться с ним можно на официальном сайте SmartWatt.

IMG_8076_руководство-и-шаблон.jpg

Ещё в комплекте есть шаблон для разметки отверстий на стене для крепления стабилизатора. Он выполнен на листе А4, поэтому можно сразу представить размеры стабилизатора. Шаблон — удобная вещь для установки, в этом плане производителя можно похвалить.

Также в коробке я обнаружил кусочек чёрной рифленой резины размерами примерно 3×3 см. Для чего он нужен расскажу и покажу в следующем разделе.

Конструкция и функционал стабилизатора

Как я уже говорил, стабилизатор выполнен в добротном металлическом корпусе. Металл качественно окрашен белой порошковой краской.

Размеры стабилизатора 280×200×120 мм. Весит 2-киловаттное устройство чуть больше 4.9 кг.

По бокам корпуса расположены вентиляционные отверстия. На передней панели присутствует светодиодный дисплей.

IMG_8073_Стаб.-Общий-вид_1.jpg

Для вертикальной установки стабилизатора в комплекте предусмотрены самоклеющиеся резиновые ножки. Именно про этот кусочек резины я писал выше.

IMG_8047_установка-вертикально.jpg

На тыльной стороне стабилизатора расположены проушины для крепления устройства к стене.

Тут же приклеена этикетка с основными характеристиками и видна шестигранная головка болта, который удерживает тороидальный автотрансформатор.

IMG_8051_вид-сзади.jpg

Сетевой кабель неотсоединяемый, длиной 1.3 метра и сечением 3×1.0 мм^2 (судя по маркировке), оснащён стандартной вилкой CEE 7/4 (Schuko).

На правой стороне стабилизатора расположены две розетки с заземляющим контактом для нагрузки. Розетки идентичны и соединены параллельно.

IMG_8058_вид-на-розетки_3.jpg

Тут же расположена кнопка, переключающая задержку подачи напряжения на выход (на нагрузку) после включения стабилизатора.

Задержка активируется всегда перед подачей питания на выход стабилизатора. Т.е. выключили стабилизатор, потом включили, нагрузка подключится с задержкой. Или сработала защита от превышения напряжения — стабилизатор выключится — напряжение вернулось в норму — стабилизатор подключит нагрузку с задержкой.

Пользователь может выбрать задержку 6 или 180 секунд (3 минуты).

Задержка нужна, чтобы стабилизатор «убедился», что напряжение сети находится в норме и перепадов более не наблюдается. В большинстве случаев 6 секунд достаточно.

Задержка 3 минуты пригодится, если к стабилизатору подключается холодильник, кондиционер или другое оборудование, для которого рекомендуется пауза между отключением и повторным включением (обычно об этом пишут в инструкции на технику).

Включается стабилизатор клавишным выключателем.

Отмечу, что в стабилизаторах мощностью от 3000 ВА и выше в качестве выключателя применяется автоматический выключатель, т.е. обычный автомат, который устанавливают в электрощитах. И это правильно — он надёжнее при перегрузках и вдобавок автоматически выключается при превышении заданного тока.

Для стабилизатора мощностью 2000 ВА клавишного выключателя вполне достаточно, при условии, что он выполнен качественно. Ниже я проверю как он будет себя чувствовать при максимальной нагрузке.

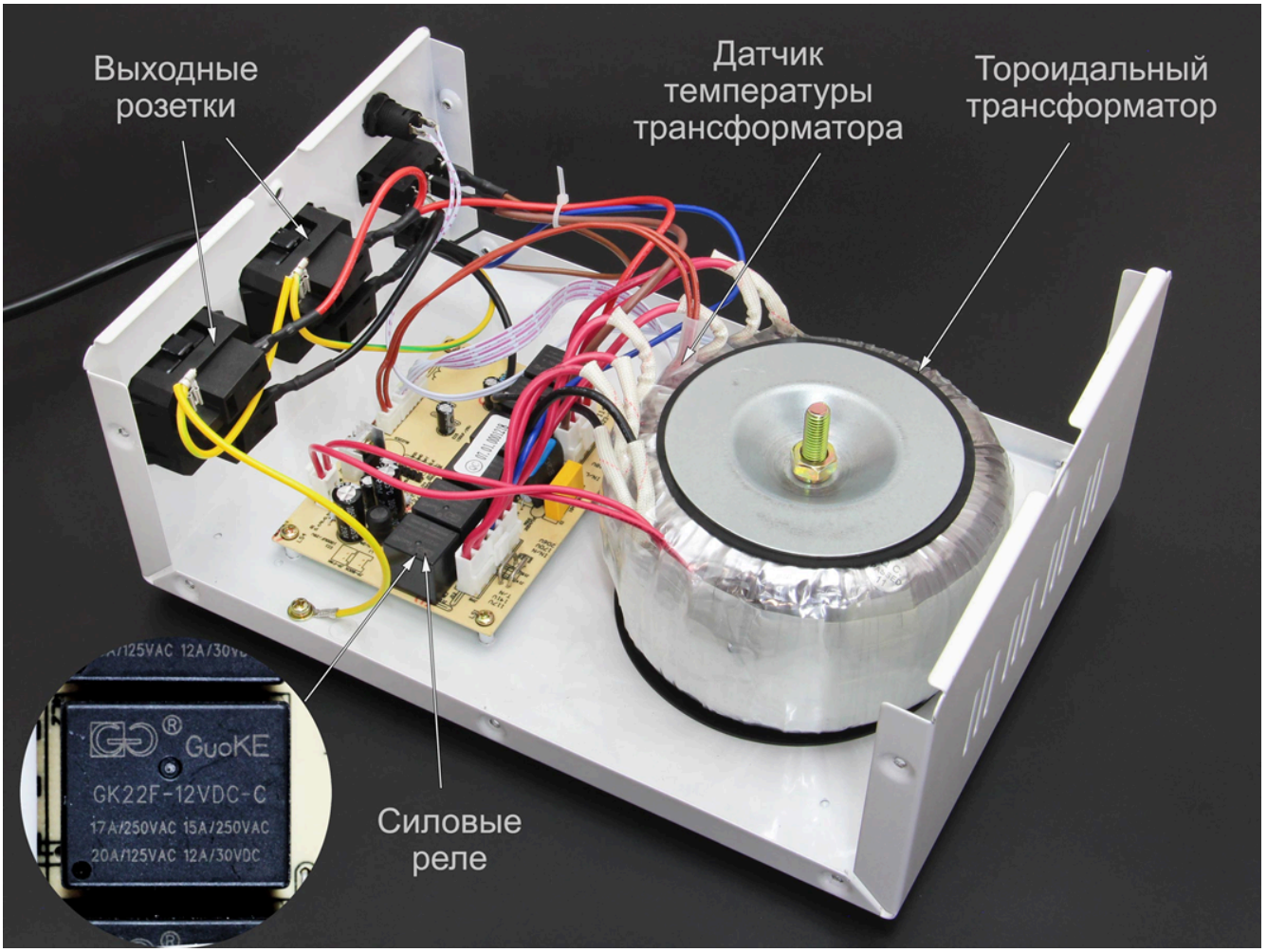
Внутренняя конструкция стабилизатора

Стабилизатор напряжения — не самое сложное устройство, поэтому внутри корпуса всё достаточно просто.

Силовой трансформатор выполнен на тороидальном сердечнике, что уже плюс. Если кратко, то преимущества тороидального трансформатора — более высокий КПД, низкий уровень шума (гула) и малые габариты.

Между обмотками трансформатора закреплён датчик температуры, он подключен к плате управления и обязан защитить трансформатор от перегрева.

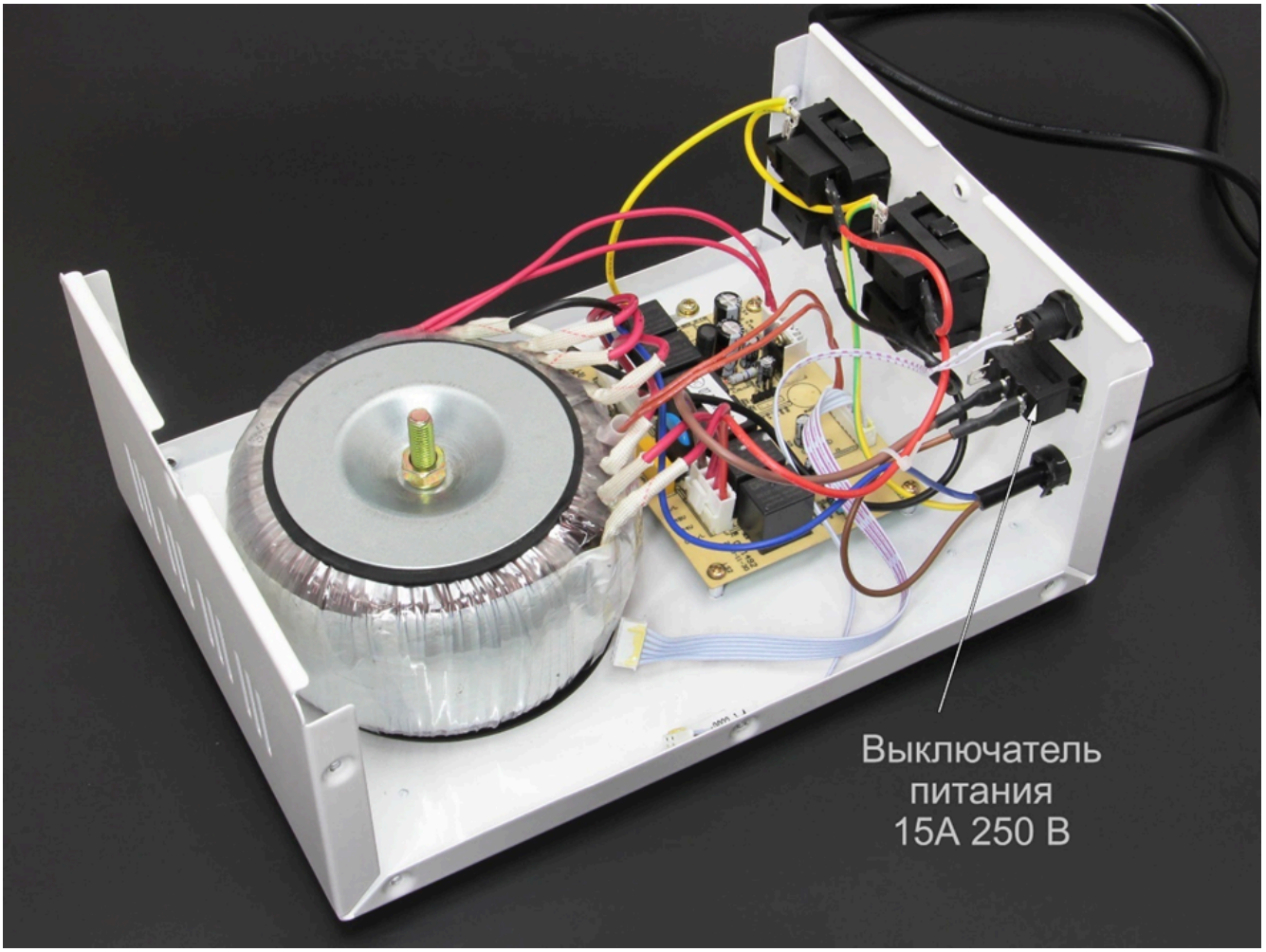
Трансформатор — дорогой компонент, именно он определяет стоимость стабилизатора. Защита от перегрева здесь оправдана.



IMG_8210_корпус-открыт-слева_3.jpg

Плата управления расположена на металлических стойках и закреплена винтами с четырёх сторон.

Розетки, выключатель и кнопка тоже никаких вопросов не вызвали. Все компоненты соединены проводами соответствующего сечения.



IMG_8206_корпус-открыт-справа.jpg

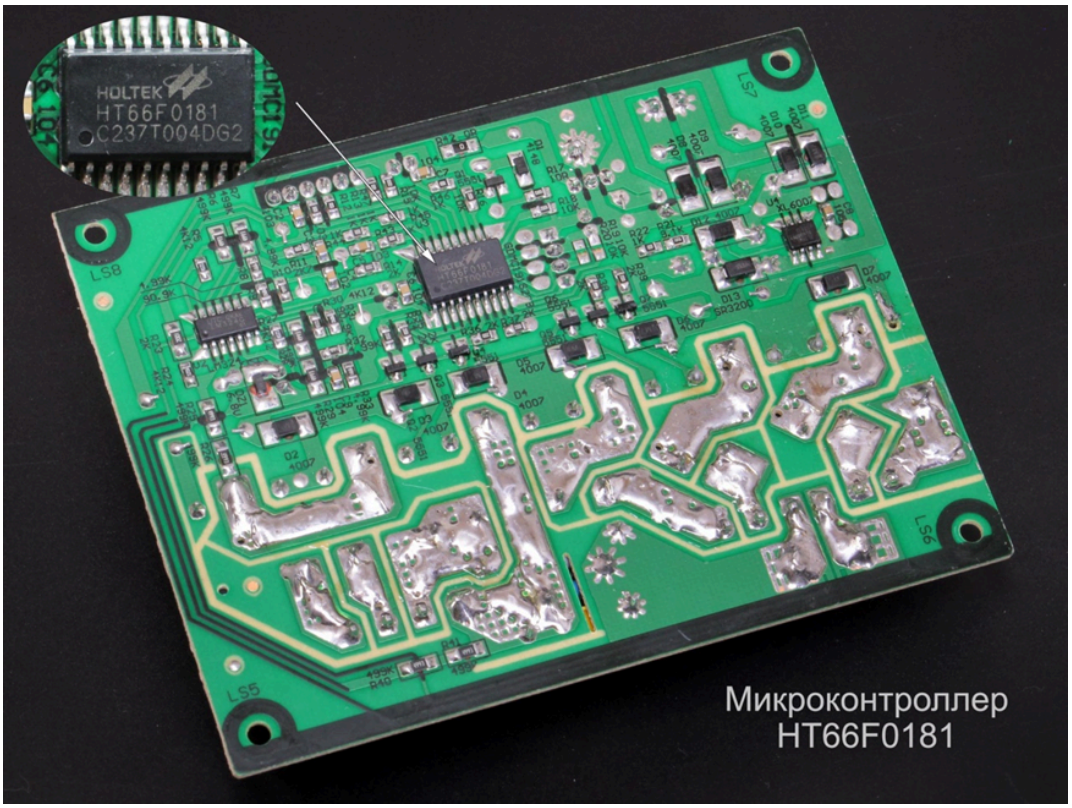
Шесть силовых реле GK22F-12VDC-C расположены на плате. Именно они переключают обмотки трансформатора для выравнивания выходного напряжения.

Плата легко демонтируется, достаточно открутить четыре винта и отсоединить разъёмы. Припаянных проводов тут нет.

На плате присутствует варистор для защиты от импульсных перенапряжений, которые могут возникнуть в сети, например, во время грозы.

IMG_8222_плата-лицевая-сторона_3.jpg

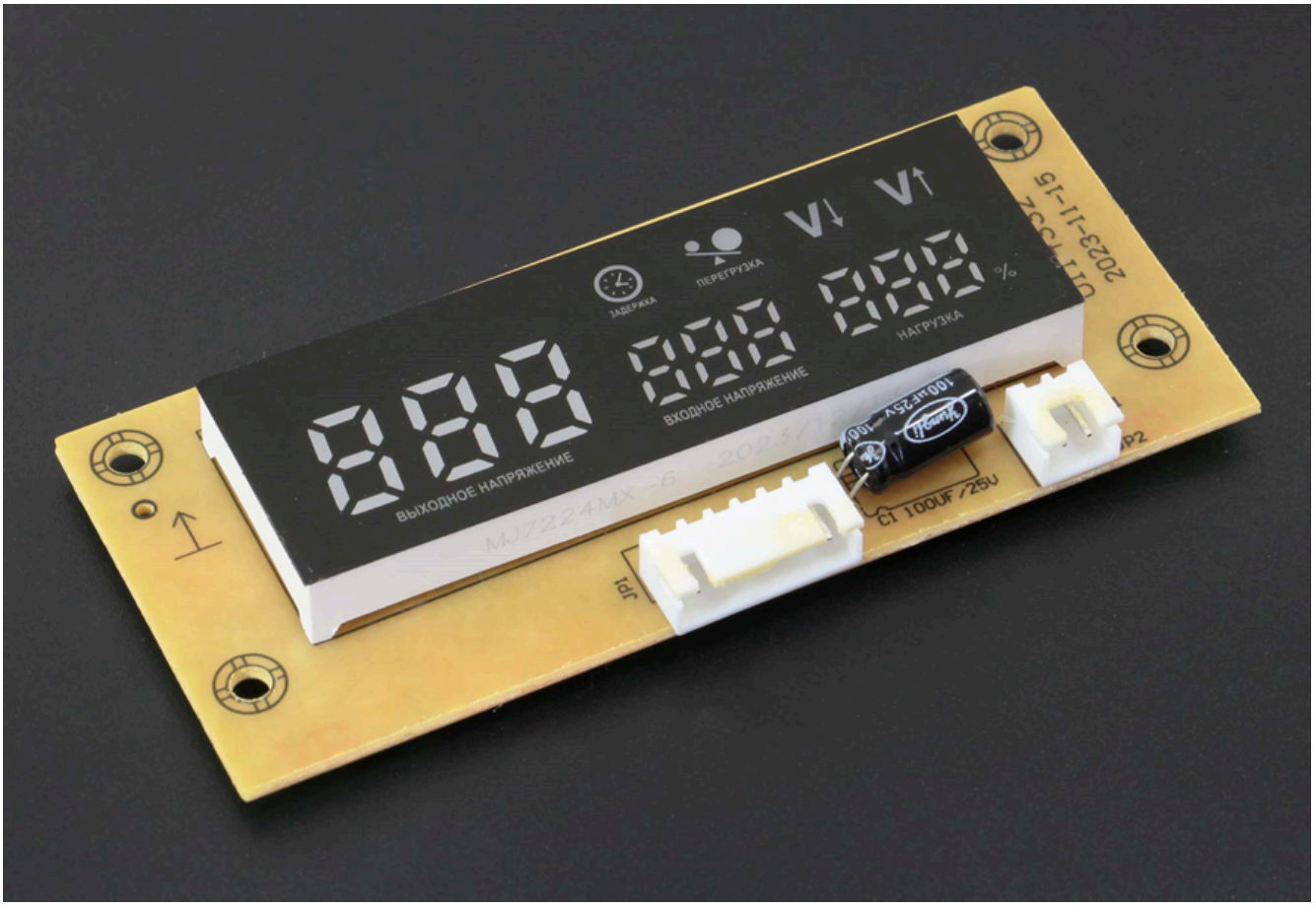
«Мозги» устройства находятся на обратной стороне платы. Из микросхем меня в первую очередь заинтересовала та, что побольше.



IMG_8225_плата-обратная-сторона_2.jpg

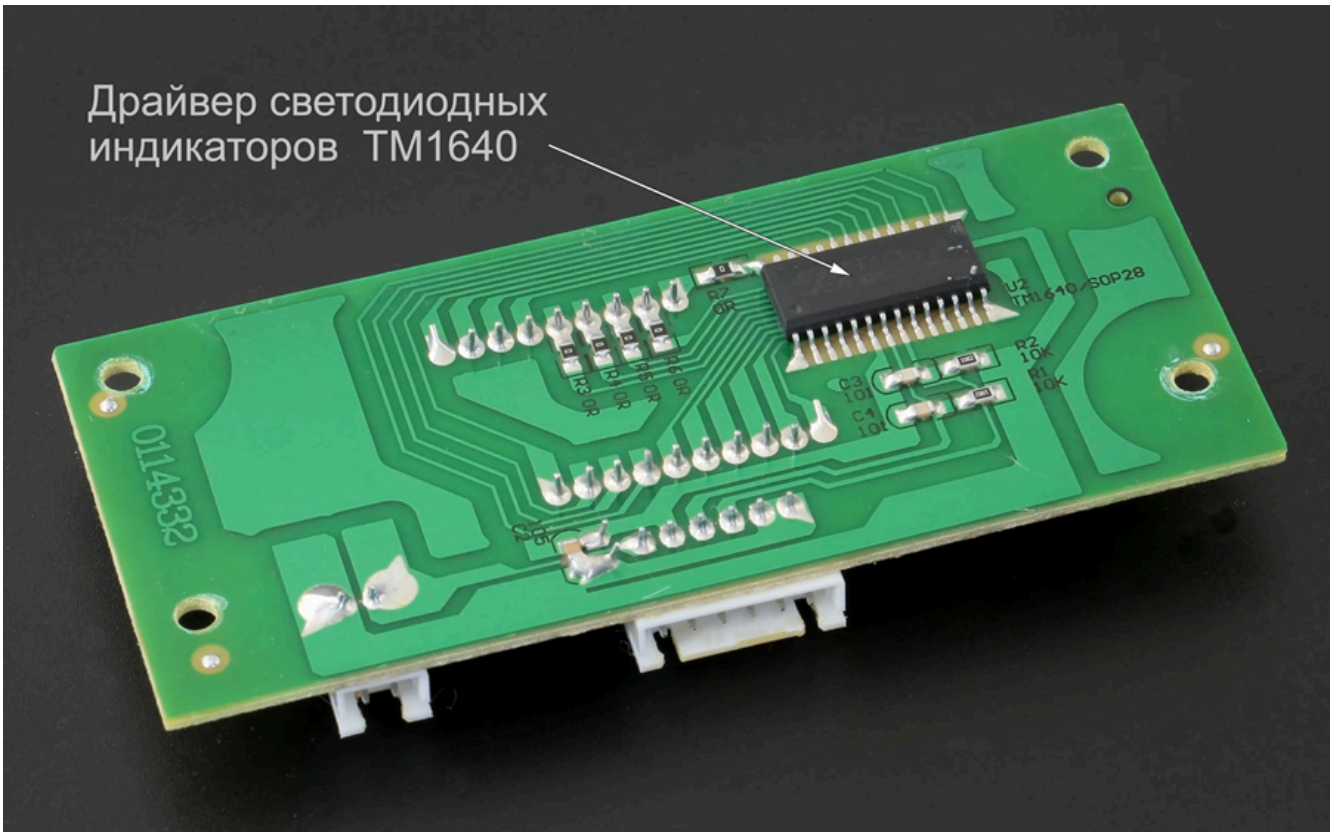
Перед нами микроконтроллер HT66F0181 тайваньской Holtek Semiconductor. Именно он управляет работой стабилизатора и контролирует все процессы.

В качестве дисплея применяется специализированный светодиодный индикатор.



IMG_8237_плата-индикатора_1.jpg

Управляет индикатором драйвер на микросхеме TM1640.



IMG_8240_дисплея-обр_1.jpg

Встроенный измеритель напряжения, точность показаний

На дисплее отображается входное и выходное напряжение, а также процент нагрузки. Разберём их подробнее.

IMG_8380_дисплей-1_1.jpg

Первое и самое важное — на экране отображается напряжение, реально измеренное на выходе стабилизатора.

Почему я так выделил этот момент. Мне встречались стабилизаторы, в которых выходное напряжение не измерялось, а на дисплее отображались «нарисованные» абсолютно стабильные 220 В. Это обман покупателя, ведь даже самый совершенный стабилизатор имеет отклонения напряжения на выходе. И это напряжение надо честно показывать. Что и реализовано в стабилизаторе SmartWatt AVR Slim 2000 RW.

Точность показаний

Показания стабилизатора я сравнивал с показаниями мультиметра UT71C (на входе) и измерителя мощности PM9800 (на выходе).

Напряжение на входе 216 В

Проверку точности начнём с установки на входе стабилизатора напряжения около 216 В. Это чуть ниже номинала, но в пределах допустимого отклонения.

Стабилизатор не корректирует напряжение на выходе, если оно находится в заданных пределах. Для моделей AVR Slim заявлены пределы выходного напряжения от 202.4 до 237.6 В.

IMG_8111_показания-дисплея-2_2.jpg

При входном напряжении 216 В стабилизатор передаёт его на выход. И это видно на дисплее стабилизатора на фото выше — напряжение на входе равно напряжению на выходе.

Показания мультиметра и измерителя мощности практически идентичны. Отклонения в десятых долях вольта считаю незначительными.

Напряжение на входе 142 В

Далее я понизил напряжение на входе стабилизатора до 142 В. Стабилизатор тут же «подтянул» напряжение на выходе в заданный диапазон. В данном случае входное напряжение на экране мультиметра и дисплее стабилизатора отличались уже на 2 В.

IMG_8130_точность-показаний-при-низком-напряжении_2.jpg

Я провёл множество наблюдений за показаниями приборов и дисплея стабилизатора и разницы более 2−3 В не заметил. Для бытового применения точность встроенного в стабилизатор вольметра вполне приемлема.

Параметры стабилизации, уровни переключения ступеней, защита от перенапряжений

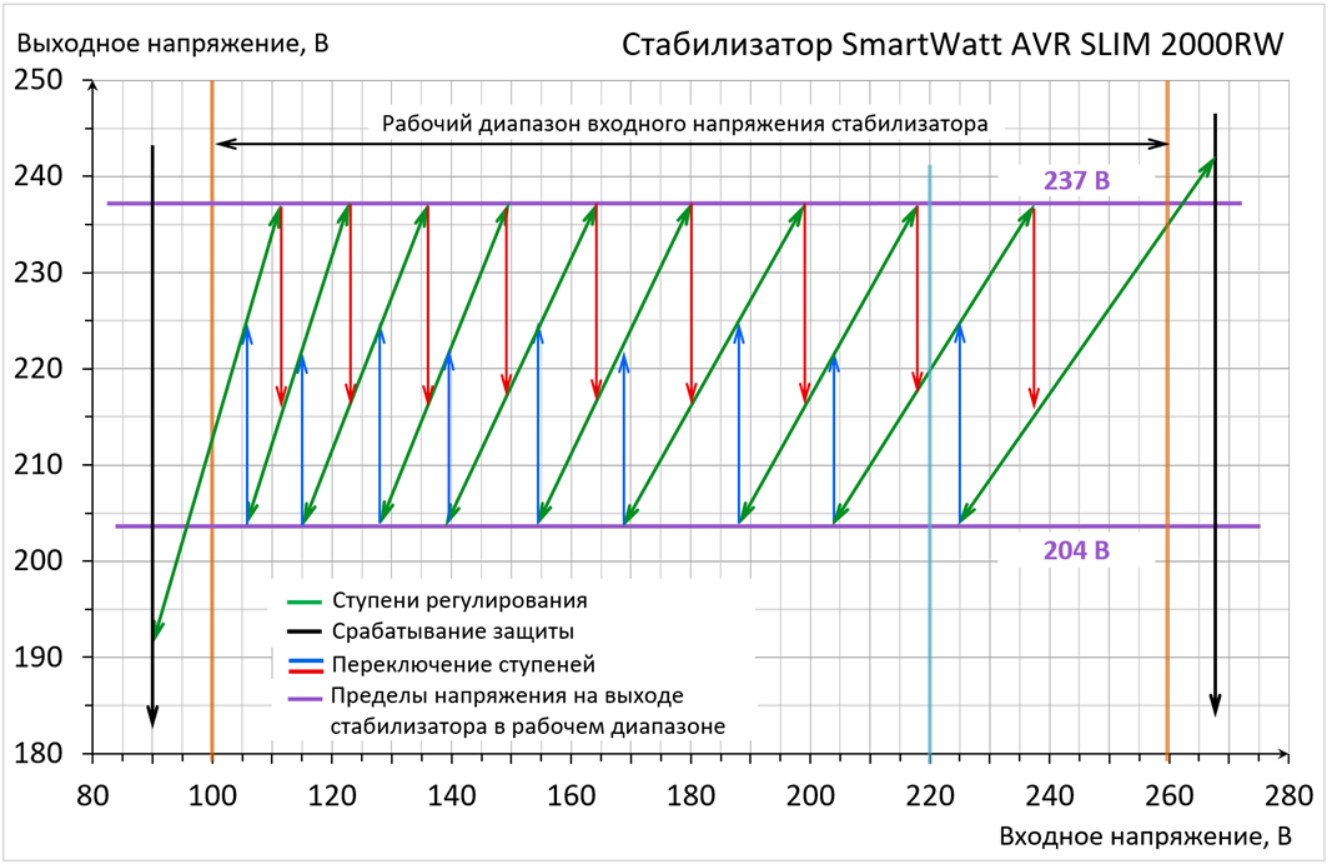
Перейдем к оценке основной функции стабилизатора — стабилизации выходного напряжения. Хотя правильнее назвать это подстройкой (поддержанием) выходного напряжения в заданном интервале.

Производитель заявляет точность поддержания выходного напряжения 220 ±8%, т.е. от 202.4 до 237.6 В. Это даже лучше, чем действующая норма для напряжения сети, которая составляет ±10%, т.е. от 198 до 242 В.

В основе стабилизатора SmartWatt AVR Slim 2000 RW лежит автотрансформатор с рядом дополнительных обмоток. При изменении напряжения в сети микроконтроллер стабилизатора посредством силовых реле переключает дополнительные обмотки таким образом, что их напряжение либо добавляется к сетевому, либо вычитается из него.

Особенность данного стабилизатора — он способен поддерживать нормальное напряжение на выходе даже при снижении напряжения в сети до 100 В. Для этого в стабилизаторе реализовано восемь ступеней на повышение напряжения и одна на понижение.

Экспериментальным путем я определил пороги переключения ступеней и пределы изменения напряжения на выходе при изменении напряжения на входе.



Стабилизация.png

Напряжение на выходе стабилизатора находится в пределах 204−237 В **в рабочем диапазоне входных напряжений,** что даже немного превосходит заявленные характеристики. Напомню, что заявленный **рабочий диапазон входного напряжения** от 100−260 В.

В стабилизаторе предусмотрена защита от перенапряжения. Если напряжение в сети превысит 268−270 В, а на выходе стабилизатора 240−242 В, стабилизатор отключит нагрузку, и тем самым защитит электроприборы.

IMG_8134_защита-от-перенапряжения.jpg

Аналогичным образом реализована защита от пониженного напряжения. Если напряжение сети опустится ниже 90 В, а на выходе стабилизатора менее 192 В, нагрузка отключится. Как только сетевое напряжение вернётся в рабочий диапазон, стабилизатор снова подключит потребителей через 6 или 180 секунд (смотря какую задержку выберет пользователь).

Скорость переключения ступеней, функция ZeroCross

Обмотки трансформатора (ступени) переключаются посредством реле.

Напряжение в сети переменное, и каждые 10 мс ток меняет свое направление, проходя через ноль. Т.е. напряжение в сети каждые 10 мс равно нулю.

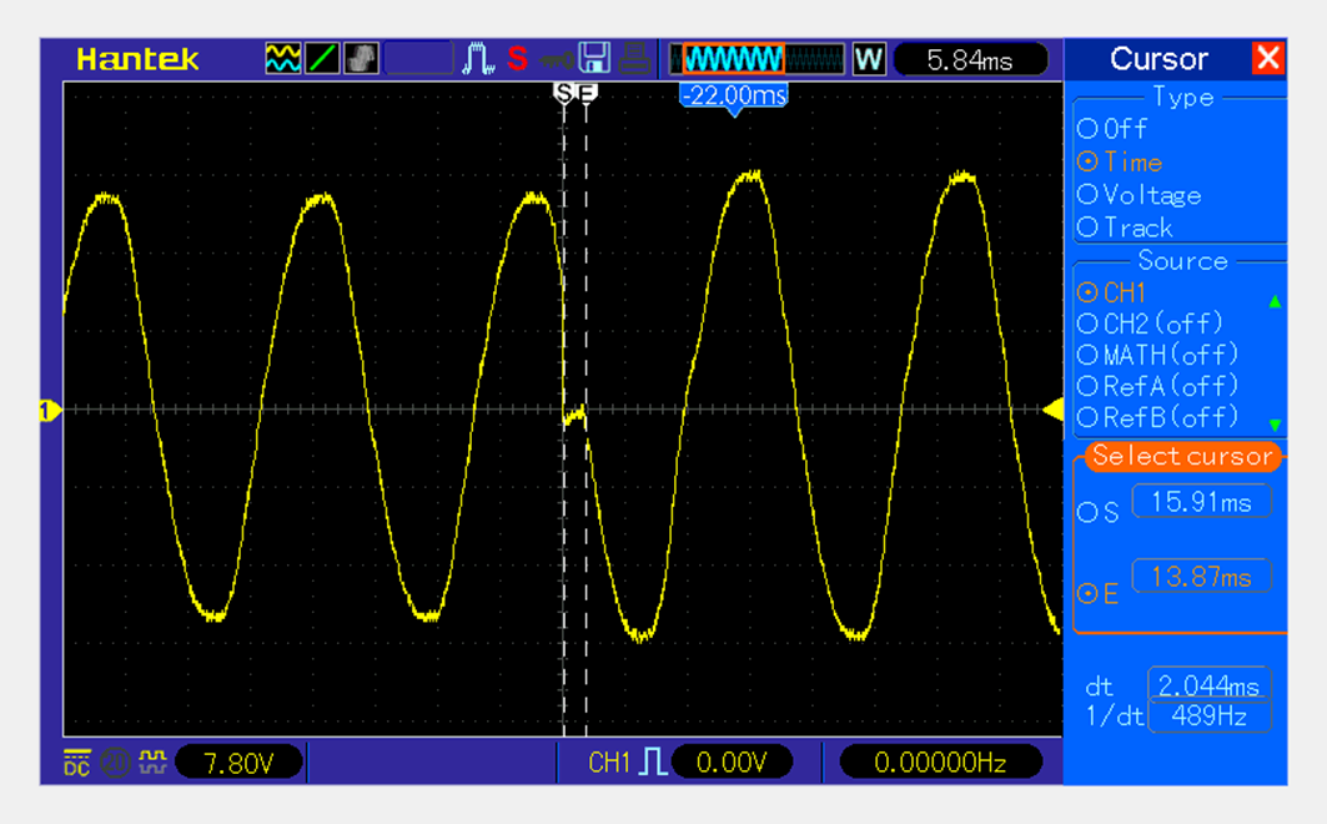
Логично и правильно переключать обмотки трансформатора как раз в то время, когда напряжение проходит через ноль. Как будто мы выключили стабилизатор, сделали все необходимые коммутации и снова включили его.

Если говорить ещё проще, переключение при нулевом напряжении не вызывает искрения между контактами реле. Это уменьшает помехи при переключении, нагрузку на контакты реле и более безопасно для подключенных устройств.

Именно так реализовано переключение обмоток в стабилизаторе SmartWatt AVR Slim, и называется эта функция ZeroCross.

Например, напряжение в сети сильно упало — его нужно поднять. Микропроцессор ждёт, когда напряжение пройдёт через ноль и только в этот момент подключит нужные обмотки для повышения напряжения.

Ниже на осциллограмме показан момент переключения реле и подключения повышающей обмотки.

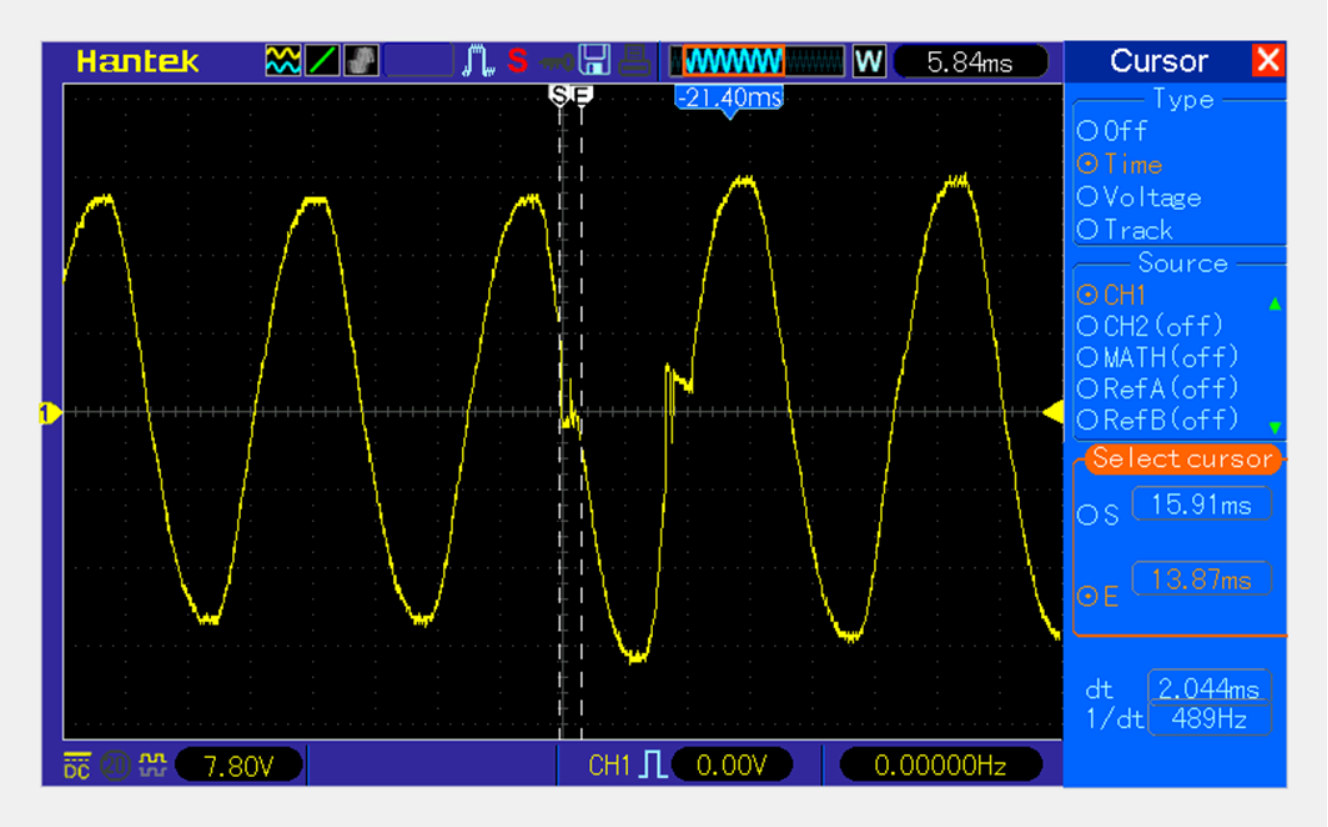


pic_162_5.png

Переключение занимает чуть более 2 мс и происходит в момент перехода синуса через ноль. Понятно, что переключение контактов тоже имеет свою длительность, поэтому невозможно попасть точно в момент перехода через ноль. Тем не менее, микроконтроллер «старается выбрать» наилучший момент для переключения обмоток. Это отличная технология и хорошие показатели для бюджетного стабилизатора.

В стабилизаторе применяются сложные алгоритмы переключения обмоток для увеличения количества ступеней. Делается это для расширения рабочего диапазона входных напряжений.

Поэтому в некоторых случаях (подключение 2-й, 4-й, 6-й, 8-й ступеней) происходит двойная коммутация при переключении дополнительных обмоток. Т.е. одна обмотка подключается, а вторая отключается. При этом переподключение обмоток происходит последовательно, в первой и второй фазе перехода синусоиды через ноль. На осциллограмме ниже это хорошо видно.



pic_162_12.png

Моменты переключений можно заметить визуально, например, по лампочкам — они очень кратковременно, но заметно на глаз мерцают. Также будет слышно щёлканье контактов реле. Оно не громкое, но ночью вы его точно услышите.

Для особо чувствительных к посторонним звукам людей были придуманы симисторные стабилизаторы напряжения. Они полностью бесшумны при выборе ступеней регулировки, т.к. вместо реле в таких стабилизаторах применяются тиристоры или симисторы. Симисторные стабилизаторы имеют и другие плюсы, но это уже совсем другая история.

Допустимая мощность нагрузки, зависимость от входного напряжения, защита от перегрузки

Зависимость допустимой нагрузки от уровня входного напряжения — важная характеристика стабилизаторов напряжения, реализованных по принципу автотрансформатора. И она всегда описывается так:

Чем ниже напряжение на входе стабилизатора, тем меньше допустимая мощность нагрузки на выходе.

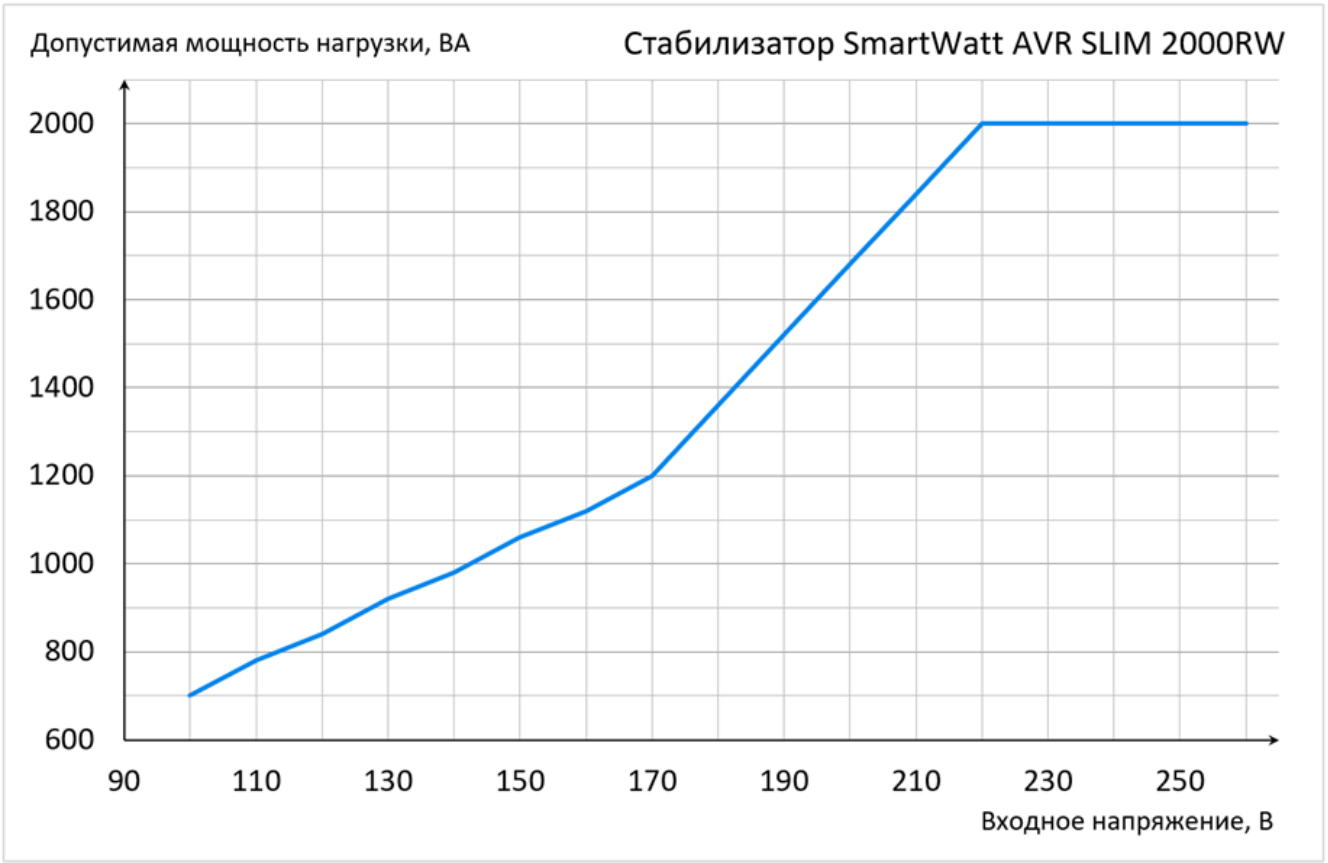
Допустимая мощность любого стабилизатора, указанная в названии модели или в паспорте, обычно указывается при номинальном напряжении на входе, т.е. когда стабилизатору ничего стабилизировать и не требуется.

Однако в руководстве пользователя, как правило, приводится таблица с зависимостью допустимой выходной мощности от уровня входного напряжения. В руководстве на SmartWatt AVR Slim 2000 RW тоже есть такая таблица. Вот она, в немного сокращённом и доработанном виде.

Входное напряжение, В	100	120	140	160	180	200	210	220	230	250
Допустимая мощность нагрузки, % от номинала для всей линейки стабилизаторов AVR Slim, ВА	35	42	49	56	68	84	92	100	100	100
Допустимая мощность нагрузки для стабилизатора AVR Slim 2000 RW, ВА	700	840	980	1120	1360	1680	1840	2000	2000	2000

В руководстве пользователя показана допустимая мощность нагрузки в процентах для всей линейки стабилизаторов AVR SLIM мощностью от 500 до 12000 ВА. Я добавил ещё одну строку с допустимой мощностью нагрузки в ВА именно для героя нашего обзора (получил расчётным путем).

Для наглядности по данным из таблицы я построил график зависимости допустимой мощности от входного напряжения для модели мощностью 2000 ВА.



Допустимая нагрузка.png

Посмотрим подтвердятся ли эти цифры на практике.

Напряжение на входе 223 В

Напряжение находится в нормальных пределах (напомню, 204−237 В), поэтому входное просто передаётся на выход.

По таблице или по графику определяем, что допустимая нагрузка на стабилизатор при входном напряжении 220 В и выше равна номиналу, а именно 2000 ВА.

IMG_8147_мощность-при-нормальном-напряжении_3.jpg

Ваттметр показывает мощность нагрузки 669 Вт, это соответствует 669/2000 = 33% от допустимой мощности стабилизатора. Что и показывает дисплей стабилизатора (нагрузка активная, PF=1, поэтому 669 Вт = 669 ВА).

Напряжение на входе 142 В

Стабилизатор «подтянул» выходное напряжение до 223 В.

Я выбрал такое входное напряжение, чтобы напряжение на выходе осталось на уровне первого эксперимента. Мощность, потребляемая нагрузкой, тоже осталась на уровне первого эксперимента. Так проще сравнивать.

IMG_8155_мощность-при-заниженном-напряжении_3.jpg

А теперь смотрим процент нагрузки на стабилизатор. Он установился на уровне 66%, хотя мощность на выходе не поменялась и осталась на уровне 669 Вт.

Посмотрим график и определим, что при входном напряжении ~140 В допустимая мощность составит около 1000 ВА.

Измеренная мощность 669.9/1000×100 = 67%. Практически такая загрузка стабилизатора и показана на его дисплее.

Стабилизатор SmartWatt AVR Slim 2000 RW сам пересчитывает допустимую нагрузку в зависимости от входного напряжения и показывает это на дисплее. Соответственно, и защита от перегрузки срабатывает с учетом входного напряжения.

Далеко не все модели стабилизаторов могут похвастать такими функциями.

Проверим как отреагирует устройство на увеличение нагрузки более 100%.

Я увеличил мощность нагрузки до 1179 Вт. При входном напряжении 156 В нагрузка на стабилизатор составила 106 %.

IMG_8170_перегрузка-106-проц_2.jpg

Дальнейшее увеличение нагрузки вызвало срабатывание защиты.

Алгоритм срабатывания защиты от перегрузки

Я проверил как стабилизатор отрабатывает превышение допустимой нагрузки. При перегрузке ~112 % стабилизатор отсчитал 30 секунд, как указано в его характеристиках, и отключил нагрузку. Далее алгоритм работает по следующей схеме:

1. Через 3 минуты после срабатывания защиты стабилизатор подключит нагрузку, чтобы проверить, устранена ли перегрузка (на случай, она была кратковременной).
2. Если перегрузка не устранена, стабилизатор снова отсчитывает 30 секунд и опять отключит потребителя. Попытка включения повторится ещё через 3 минуты.
3. Если и на этот раз перегрузка не будет устранена, стабилизатор прекратит попытки подключить нагрузку, обесточит выход и выдаст на экран ошибку «oL».
4. После этого необходимо устранить перегрузку и перезапустить стабилизатор клавишным выключателем или отключением сетевой вилки от сети.

Т.е. стабилизатор после срабатывания защиты от перегрузки делает две попытки включения с паузой в 3 минуты плюс задержка подключения нагрузки (6 или 180 секунд).

IMG_8193_индикация-перегрузки.jpg

Длительные тесты под нагрузкой

Длительные тесты с максимальной нагрузкой выявят возможный перегрев компонентов.

IMG_8266_нагрузка-100%_3.jpg

Напряжение на входе 155 В. Допустимая нагрузка при таком напряжении 1100 ВА. Дисплей стабилизатора показывает нагрузку в 100%. Ток на выходе около 5 А, на входе — чуть более 7 А. Стабилизатор работал в таком режиме около часа.

Результаты:

- Критического нагрева компонентов стабилизатора я не наблюдал. Опасения за клавишный выключатель также не подтвердились.
- Сетевой кабель был заметно тёплым, что странно для заявленных 3x1.0 мм^2. Мой лабораторный кабель с таким же сечением при таком токе был практически холодным
- Силовые реле нагрелись до +55…+60 °C.
- Внешняя поверхность трансформатора нагревалась до +50…+55 °C, что вполне нормально.

Температуры я определял бесконтактным термометром. Для подобных целей его точности вполне достаточно.

Выводы:

1. **Не эксплуатируйте стабилизатор долгое время на предельной мощности.** Даже если перегрева компонентов не наблюдается, снижается ресурс наиболее нагруженных из них.
2. **Выбирайте стабилизатор с запасом по мощности.** Учивайте минимально возможное напряжение в вашей сети.

Пример выбора стабилизатора

Например, напряжение в вашей сети периодически проваливается до 150 В. Стабилизаторы из линейки SmartWatt AVR Slim при таком входном напряжении «тянут» нагрузку около 50% от номинала. Для **долговременной** суммарной нагрузки, предположим в 3000 Вт, вам потребуется

стабилизатор с номинальной мощностью 6000 ВА. Это справедливо, если нагрузка активная, в этом случае ВА = Вт. Но зачастую это не так.

В большинстве случаев нагрузка имеет реактивную составляющую. Тогда к полученной мощности необходимо добавить ещё порядка 20%. В нашем примере к 6000 добавляем 1200, получается 7200 ВА. Ближайший по мощности стабилизатор — SmartWatt AVR Slim 8000RW.

Если в сети обычно повышенное напряжение, то пересчётов не требуется. При напряжении сети 220 В и выше стабилизатор работает с нагрузкой, равной номиналу. Но и в этом случае небольшой запас мощности должен быть, т.к. многие электроприборы имеют реактивную составляющую в потребляемой мощности.

Какой мощности нужен стабилизатор напряжения

	Напряжение сети ниже 150 В	Напряжение сети выше 220 В
Нагрузка активная: электрокотёл, компьютерный блок питания с PFC, чайник, лампы накаливания	Мощность нагрузки ×2	Мощность нагрузки + 20%
Нагрузка активно-реактивная: холодильник, кондиционер, пылесос, насос, электродрель	Мощность нагрузки ×2 + 20%	Мощность нагрузки + 20%

Заключение

Выводы я всегда начинаю с недостатков устройства и заканчиваю преимуществами — люблю истории с хорошим концом) Но, похоже, с SmartWatt AVR Slim 2000RW концовка сразу будет счастливой.

В процессе изучения и тестирования стабилизатора SmartWatt AVR Slim 2000RW я не нашёл у него значимых недостатков. Разве что по мелочи:

- Сечение сетевого кабеля 3x1.0 мм^2 скорее всего не соответствует действительности. Он не должен так греться, производителю стоит обратить внимание на этот момент.
- Реле под нагрузкой также нагреваются. Пусть нагрев в пределах нормы, но он явно не добавит срок службы реле.

Опять же, если не эксплуатировать стабилизатор на пределе мощности, все мои замечания несущественны.

Ах да, чуть не забыл про коробку. Она явно не по статусу данному стабилизатору.

Плюсов у стабилизатора больше, и они намного существеннее:

- Жёсткий металлический корпус, отличный внешний вид, установка на стену или горизонтальную поверхность.
- Хорошо читаемый светодиодный дисплей. Точные показания входного и выходного напряжения, без «нарисованных цифр».

- Адаптивная защита от перегрузки — микроконтроллер стабилизатора учитывает уровень входного напряжения для расчёта допустимой нагрузки и порога срабатывания защиты.
- Защита от пониженного, а самое главное, от повышенного напряжения — по сути стабилизатор выполняет функцию реле напряжения.
- Высокая скорость переключения ступеней и функция ZeroCross. Мерцания лампочек почти не заметно.
- Большое количество ступеней регулирования, и, как следствие, широкий рабочий диапазон входного напряжения — от 100 до 260 В. Для релейного стабилизатора это очень хороший показатель. Но помним про снижение допустимой мощности нагрузки при низком входном напряжении.
- Широкий выбор стабилизаторов в линейке SmartWatt AVR Slim — от 500 до 12000 ВА.

Если в вашем доме постоянно пониженное или повышенное напряжение, есть смысл подключить к стабилизатору всю технику, а не только дорогостоящую и ответственную, типа котла отопления и насосного оборудования. Другим приборам тоже нужно хорошее питание, и релейный стабилизатор способен его обеспечить.

Я не назову его идеальным решением из-за ступенчатого регулирования напряжения. Но по большому счёту это терпимо и не критично. Свою относительно невысокую стоимость релейный стабилизатор оправдывает. Если же хочется плавной и более точной стабилизации напряжения сети, тихой работы и надёжной защиты от скачков напряжения и других неприятностей, то стоит обратить внимание на симисторные, электромеханические или инверторные стабилизаторы.