

В.Н. Гололобов

## Приключения лампочки



Москва -2014

**Оглавление**

Предисловие.....	3
Глава 1. Что за лампочка?.....	3
Глава 2. Что показал осмотр лампы?.....	3
Глава 3. Продолжение приключений.....	4
Глава 4. Схема светодиодной лампы.....	4
Глава 5. Уточнение электрической схемы.....	5
Глава 6. Наблюдение за током через светодиоды.....	6
Глава 7. Предположение.....	7
Глава 8. Эксперимент с дребезгом контактов.....	8
Заключение.....	9

## Предисловие

Призыв к использованию энергосберегающих ламп вместо ламп накаливания не даёт ответа на вопрос, что мы сберегаем. Конечно, электроэнергия расходуется меньше, это так. Но стоят новые лампы гораздо дороже.

Первый эксперимент с использованием энергосберегающих ламп в виде трубочек, свёрнутых для уменьшения габаритов, оказался неудачен. Лампа, которая должна была служить дольше обычной, сгорела через месяц. Более того, подобные лампы рекомендовалось сдавать, а не выбрасывать в мусор, но куда сдавать, об этом история умалчивает.

Позже появились светодиодные лампочки. О приключениях с одной из моделей и будет этот рассказ.

## Глава 1. Что за лампочка?



Рис. 1. Светодиодная лампа

По описанию эта лампа потребляет мощность порядка 7 Вт и рассчитана на подключение к сети переменного тока 220 В.

Из трёх купленных ламп две отправились в потолочный светильник в прихожей. Через месяц одна из ламп стала светить хуже, как оказалось, половина светодиодов перестала гореть. Место вышедшей из строя лампочки заняла её товарка. Ту, что сняли, можно было бы выбросить, но интереснее было разобрать её, чтобы посмотреть, в чём дело?

Разборка лампы, как выяснилось позже, труда не представляет – достаточно снять верхнюю часть, которая, практически, не закреплена и легко снимается, чтобы все остальные блоки снимались легко, кроме, пожалуй, блока с выпрямителем, который вытаскивать лучше с осторожностью. Блок с выпрямителем соединён проводами с цоколем лампы. Один из проводов не припаивается к цоколю, а просто «подложен» между цоколем и пластиковым основанием, видимо, перед процессом опрессовки цоколя.

## Глава 2. Что показал осмотр лампы?

Внешне каких-либо неисправностей не обнаруживалось. Проверка выпрямителя тоже ничего интересного не дала. Неисправность выявила проверка всех светодиодов. Два светодиода сгорели.

Предполагая (сразу скажу, что ошибочно), что все светодиоды соединены последовательно, а их было 108, проще всего было исправить лампу, закоротив сгоревшие светодиоды. Рассуждения для такого решения были простые: падение напряжения на светодиодах 1,5 В; падение напряжения на всей гирлянде 162 В; остаток напряжения упадёт на балластной ёмкости.

Удаление одного светодиода, двух светодиодов и даже больше, увеличит ток незначительно, а, соответственно, не должно превышать предела запаса прочности всей конструкции.

Ко времени завершения поспешного ремонта перестала светиться вторая лампа, сменившая уже отремонтированную товарку. После рокировки выяснилось, что и у неё сгорели два светодиода.

Перегорание одного светодиода могло быть оправдано тем, что светодиод имел брак, но два светодиода...

### Глава 3. Продолжение приключений

Поскольку решение уже было найдено, ремонт второй лампы не представлял трудностей, был быстро осуществлён, и, как оказалось, осуществлён своевременно. У недавно отремонтированной лампы появилось «странное» поведение – она стала мигать. Происходило это без видимой регулярности, но происходило. Яркость менялась из-за того, что переставал гореть один из блоков светодиодов. Очередная рокировка, очередная разборка.

Дефект был устранён, а лампа отправлена в ночник для проверки работоспособности. И не зря. Не прошло и суток, как... перестала гореть половина светодиодов (половина блоков и часть светодиодов в торце). Этот факт заставил тщательнее разобраться в том, как устроена конкретная светодиодная лампа. Выяснилось, что светодиоды включены двумя гирляндами, а не одной, как предполагалось ранее. Кроме того, при проверке светодиодов с помощью мультиметра (в режиме проверки диодов), выяснилось, что они зажигаются при напряжении 2,5 В.

### Глава 4. Схема светодиодной лампы

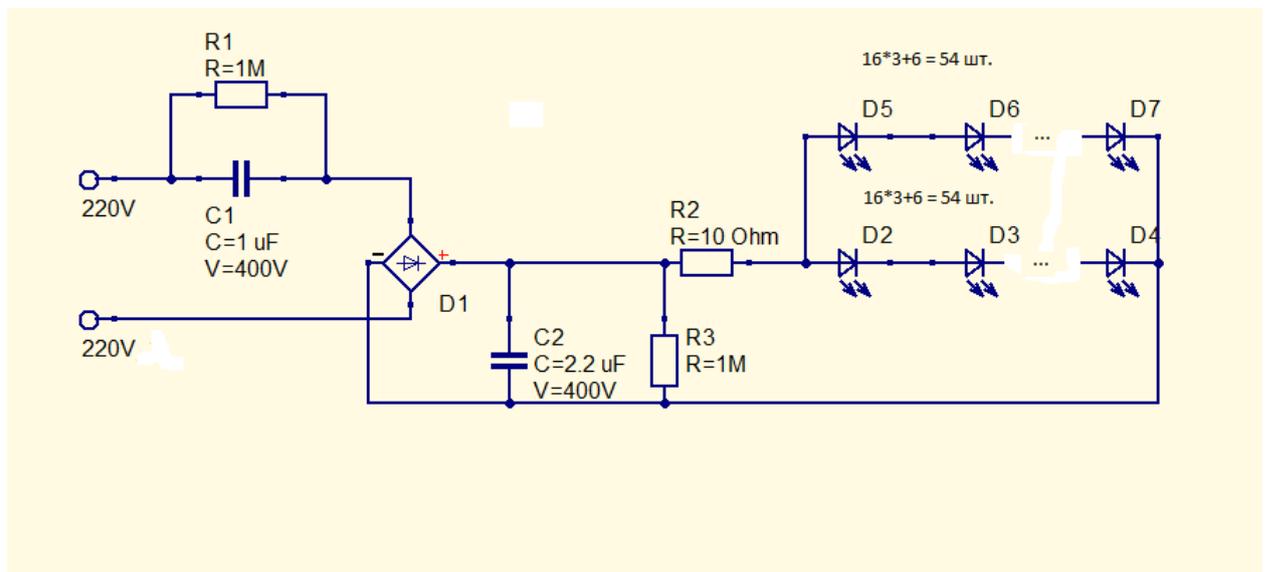


Рис. 2. Электрическая схема лампы

Измеренный переменный ток исправной лампы около 34 мА. При падении напряжения на светодиоде 2,5 В на 54 светодиодах напряжение будет 135 В. Сопротивление каждой из гирлянд составит около 8 кОм. Чтобы не рисовать 108 светодиодов, заменим гирлянды эквивалентным сопротивлением и проверим, что происходит с напряжением, моделируя схему в программе TINA-TI.

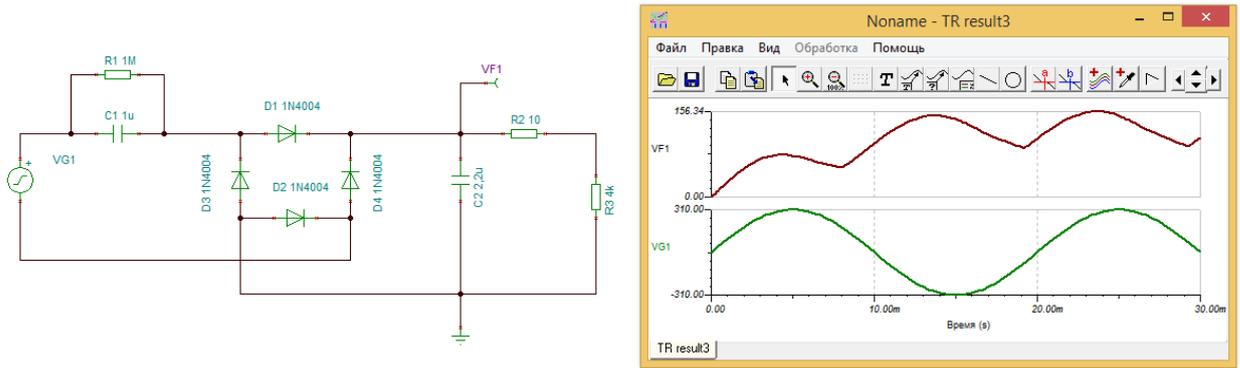


Рис. 3. Моделирование эквивалентной схемы в программе TINA-TI

Напряжение получилось не 135 В, но ничего особенного с напряжением, похоже, не происходит.

### Глава 5. Уточнение электрической схемы

Хотя рисовать большое количество светодиодов не хочется, всё-таки лучше нарисовать их, чтобы приблизить работу схемы к реальности.

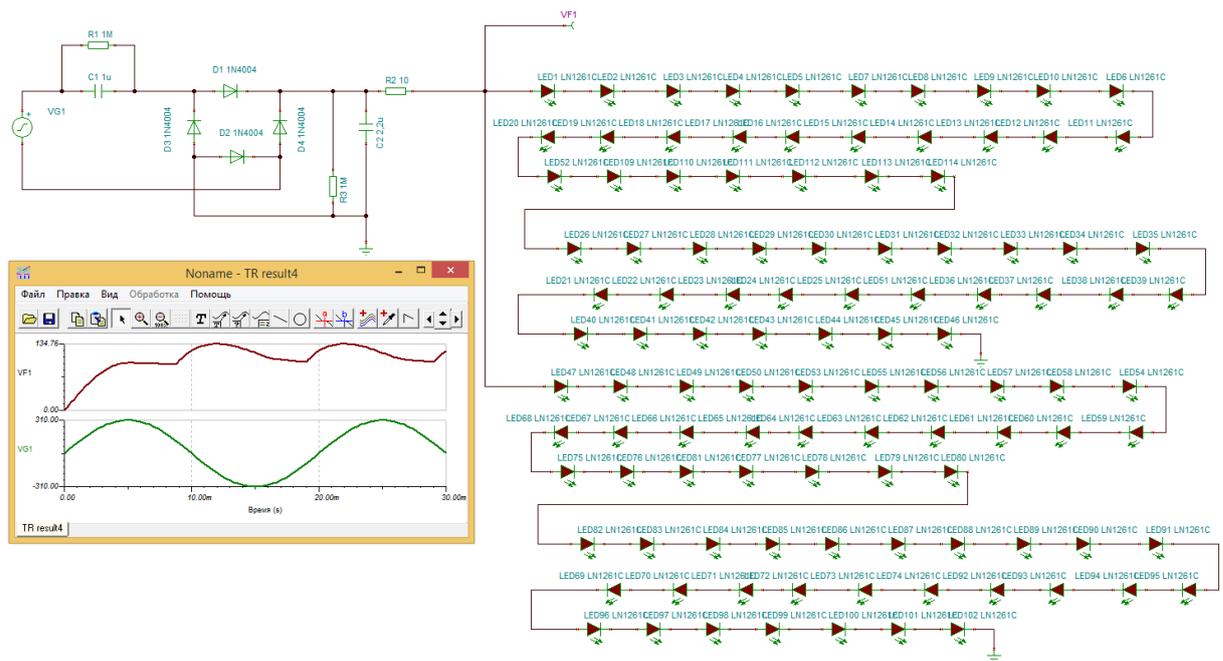


Рис. 4. Повторение моделирования со светодиодами

Теперь напряжение близко к расчётному значению. Как показывает осциллограмма, напряжение нарастает достаточно плавно, поэтому не может быть причиной неприятностей. Можно проверить это и для случая, когда включение происходит в момент амплитудного напряжения в сети.

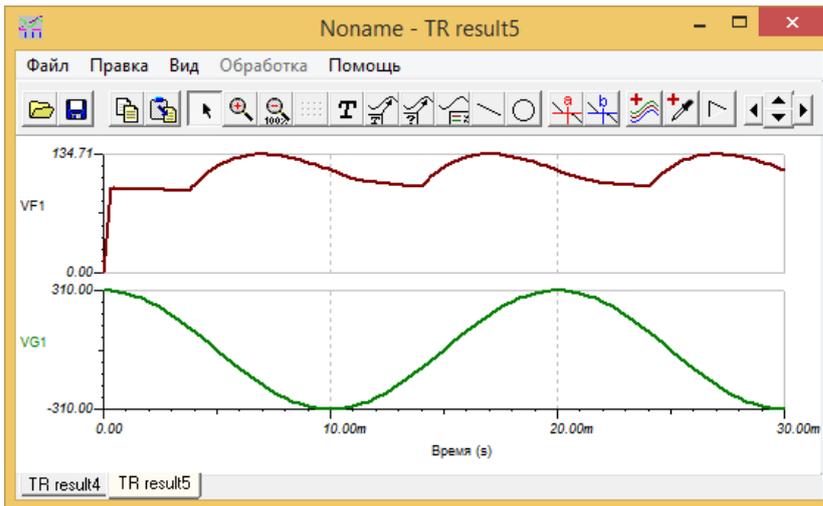


Рис. 5. Включение при напряжении в сети равном амплитудному значению

Но и в этом случае напряжение не превосходит расчётного значения.

## Глава 6. Наблюдение за током через светодиоды

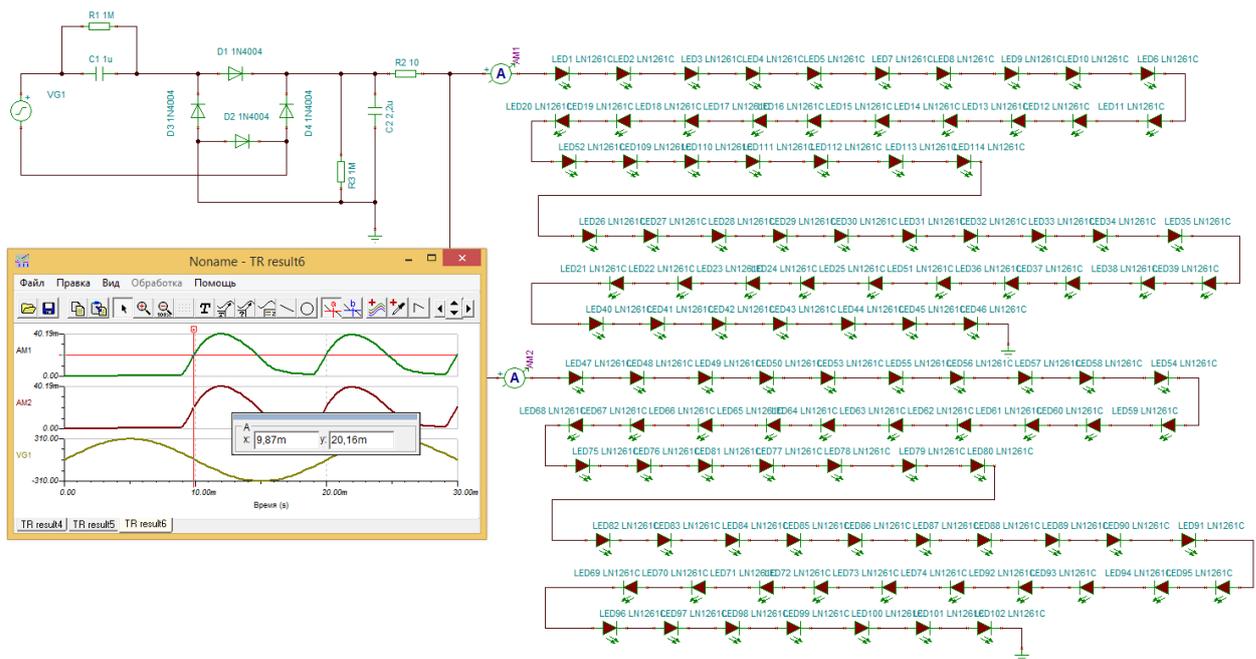


Рис. 6. Токи в ветвях светодиодных цепей

Токи в ветвях, похоже, остаются переменными (пульсирующими), но среднее значение близко к 17 мА. Если предположить, что максимально допустимый ток светодиода 30 мА, то 20 мА – это приемлемое значение тока.

Так что же может быть причиной выхода из строя светодиодов, если не считать, что «перегорели» бракованные экземпляры?

Правда, если в одной из ветвей выходит из строя светодиод, то нагрузка на вторую ветвь увеличивается. Проверим это.

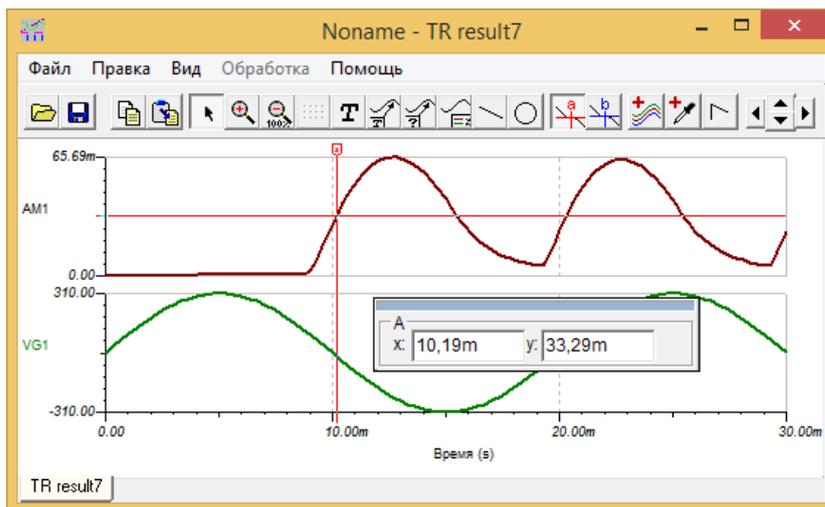


Рис. 7. Ток в работающей ветви при выходе из строя одной из ветвей светодиодов

Светодиоды в этом случае перегружаются, что может привести к выходу из строя всей лампы. Но почему выходит из строя первая цепь светодиодов?

## Глава 7. Предположение

Давайте проверим такое предположение: светодиоды перегорают из-за дребезга контактов, если включение происходит при амплитудном значении сетевого напряжения.

Посмотрим, как долго напряжение в сети сохраняет значение близкое к амплитудному.

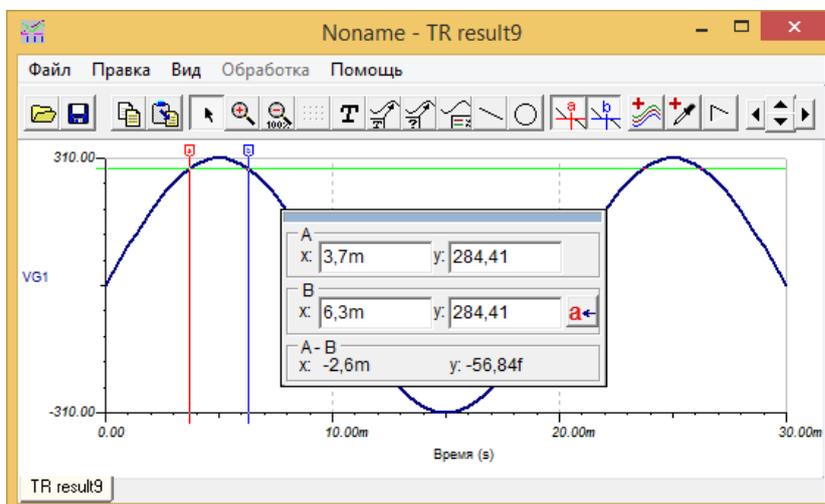


Рис. 8. Определение времени «дребезга» контактов, способное вызвать неприятности

Дребезг контактов, как правило, может происходить в течение нескольких миллисекунд. Напряжение близкое к амплитудному сохраняется около 3 миллисекунд, что мы и примем в качестве времени для проведения следующего виртуального эксперимента.

## Глава 8. Эксперимент с дребезгом контактов

Дребезг контактов – это прерывание напряжения. Мы можем моделировать этот процесс прямоугольными импульсами с амплитудой равной амплитуде сетевого напряжения в течение 3 миллисекунд.

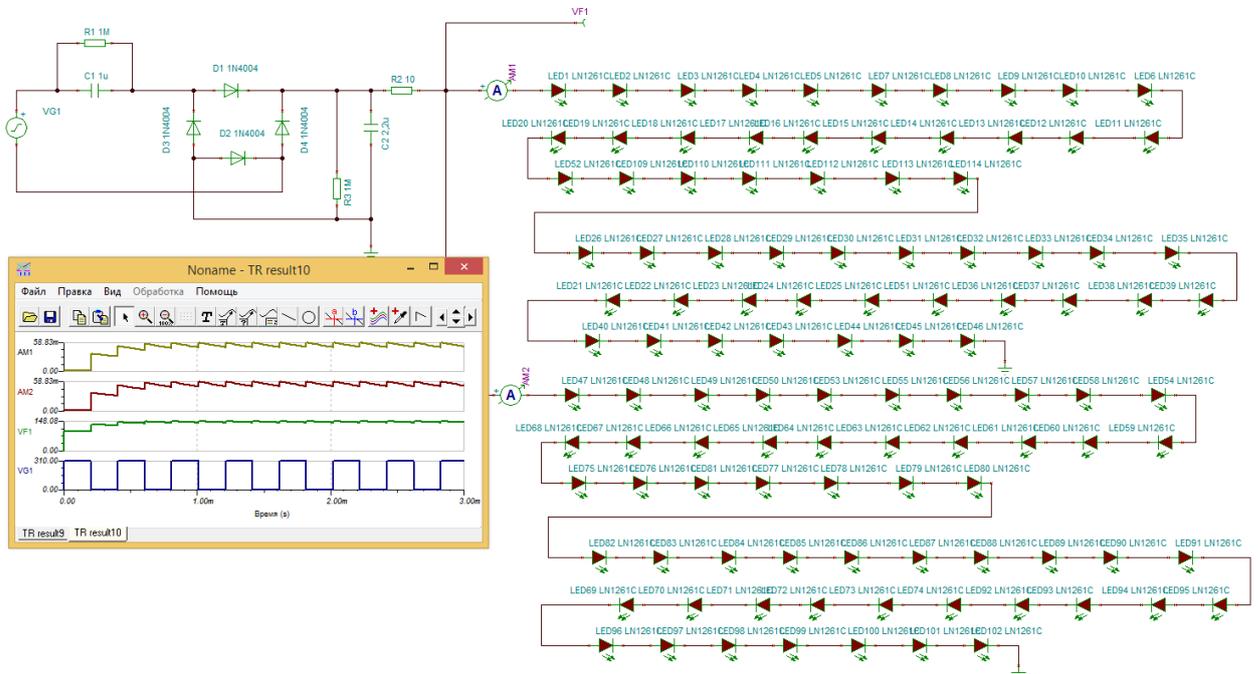


Рис. 9. Эксперимент с дребезгом контактов

Ток в ветвях схемы в случае дребезга контактов существенно увеличивается. Вот увеличенная осциллограмма этого процесса.

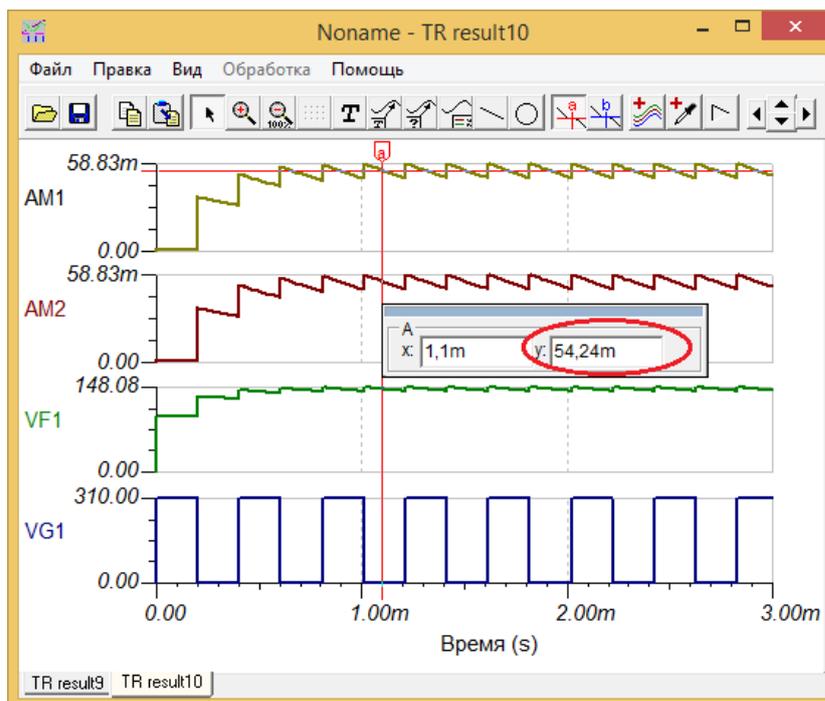


Рис. 10. Осциллограмма токов и напряжения

Средний ток увеличился до 54 мА. И этот ток сохраняется достаточно долго. Не он ли причина выхода из строя светодиодов?

## Заклучение

Для того, чтобы сделать окончательные выводы, нужно знать параметры светодиодов, используемых в лампе. Но этих параметров нет. Можно только гадать, насколько близко мы определили «навскидку» величину рабочего и предельно допустимого тока.

Вместе с тем, то, что неисправные светодиоды дают обрыв, заставляет думать о перегрузке по току. Конечно, в сети могут быть всплески напряжения, но они будут достаточно редкими. Можно проверить реакцию схемы на подобные всплески.

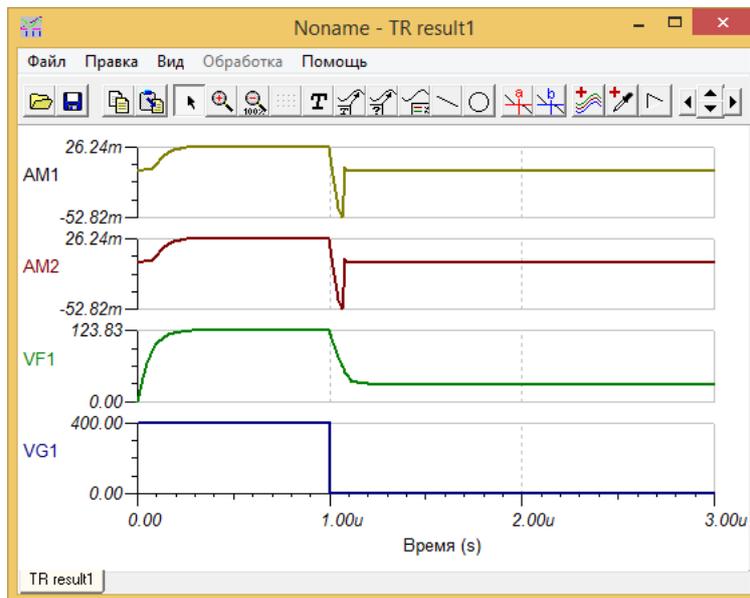


Рис. 11. Реакция схемы на импульс амплитудой 400 В

Ток в цепи не превышает 30 мА. Но это относится к единичным всплескам напряжения. И, конечно, следует точно знать, какие светодиоды установлены в лампочке. Положим это:

### 1. SPECIFICATIONS Model : HK5H4ULC

#### (1) Absolute Maximum Ratings

(Ta=25°C)

Item	Symbol	Absolute Maximum Rating	Unit
Forward Current	I <sub>F</sub>	30	mA
Pulse Forward Current	I <sub>FP</sub>	100	mA
Reverse Voltage	V <sub>R</sub>	5	V
Power Dissipation	P <sub>D</sub>	108	mW
Operating Temperature	T <sub>opr</sub>	-30 ~ +85	°C
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>	-40 ~ +100	°C
Soldering Temperature	T <sub>sl</sub>	265°C for 3sec.	

Рис. 12. Таблица параметров светодиода

Тогда все рассуждения выше могут иметь смысл, иначе...

Современные технологии производства полупроводниковых приборов отработаны достаточно хорошо. Конечно, нельзя исключить, что среди светодиодов попадаются бракованные экземпляры. Но проверить это можно либо на предприятии-изготовителе, либо в очень хорошо оснащённой лаборатории. Даже ряд реальных экспериментов, о которых речь шла выше, потребовал бы довольно сложных установок.

В Интернете я обнаружил ещё одно предположение о природе выхода светодиодов из строя – температура. Но измерение температуры под колпаком светильника показало, что она не превосходит комнатной. Хотя не факт, что температура кристалла близка к критической, но...

Пытаясь понять причины выхода из строя лапочек, я что-то обнаружил, что показалось мне правдоподобным. К слову, эффект дребезга может быть не только свойством контактов: искрение из-за плохого контакта в патроне, искрение из-за плохого контакта провода с цоколем создадут тот же эффект, вызывая перегрузку светодиодов по току. И ещё, когда в очередной раз лампа стала мигать, я проверял светодиоды – все они показывали, что исправны (все зажигались при проверке), но после пропайки выводов один из светодиодов погас окончательно. Пытаясь понять, что случилось со светодиодной лампой, я не пришёл к какому-либо окончательному выводу. Возможно, вы найдёте другие причины, другие объяснения. Но это только в том случае, если вас именно это интересует. Иначе, не стоит выбрасывать деньги на ветер, оплачивая чьи-то интересы в энергосбережении за ваш счёт. Это моё мнение.