

Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

## В АВТОМОБИЛЕ И НЕ ТОЛЬКО: ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ДРАЙВЕРОВ СВЕТОДИОДОВ NUD4001/4011



*Специализированные линейные драйверы NUD4001 и NUD4011 от ON Semiconductor в основном разработаны для автомобильных применений и представляют собой стабилизатор тока светодиодов. Их преимуществом является простота использования — выходной ток задается единственным внешним резистором.*

Светодиоды — низковольтные полупроводниковые приборы. Для их питания, обеспечивающего длительный срок службы, необходимо стабилизировать именно протекающий через них ток, а не напряжение. Дело в том, что незначительные изменения прямого напряжения на светодиоде вызывают резкие скачки тока через светодиод. Кроме того, падения напряжения на светодиодах разных цветов довольно сильно отличаются. Например, прямое падение напряжения на светодиоде красного цвета примерно в 1,5 раза меньше, чем на синем, белом или зеленом светодиодах. Этот фактор необходимо учитывать при последовательном включении светодиодов, так как при одинаковом количестве последовательно включенных светодиодов разных цветов суммарное падение напряжения может отличаться на 50%.

Для питания светодиодов стабилизированным током выпускаются импульсные и линейные драйверы светодиодов, которые имеют свои преимущества и недостатки. В некоторых случаях целесообразно использовать линейные светодиодные драйверы из-за простоты включения и расчета, а также низкой

цены и малого количества внешних компонентов. Линейные драйверы компании ON Semiconductor **NUD4001** и **NUD4011** предназначены для замены решений, выполненных на дискретных компонентах. Микросхема NUD4001 предназначена для низковольтных напряжений питания до 30 В при выходном токе до 500 мА. Драйвер NUD4011 применяется для проектирования высоковольтных драйверов с питанием до 200 В при выходном токе до 70 мА. Драйверы NUD4001 и NUD4011 выпускаются в корпусе SO8 для автомобильного диапазона рабочих температур -40...125°C.

Простейшая схема для питания светодиодов от мостового выпрямителя без интегрального драйвера приведена на рис. 1.

Недостатки этой схемы очевидны. Резистор R1 только ограничивает ток. О его стабилизации не может быть и речи. Колебания напряжения сети будут вызывать изменение напряжения на конденсаторе C1, что приведет к изменениям тока через светодиодную цепь и интенсивности свечения светодиодов. Кроме того, расчеты показывают, что резистор R1 должен иметь большую мощность (для рассматриваемой схемы 3 Вт). Добав-

ление линейного стабилизатора напряжения позволяет повысить стабильность выходного напряжения (но не стабилизацию тока) через светодиоды. Однако и эта схема не сможет компенсировать изменение падения напряжения на светодиодах в широком диапазоне рабочих температур. Кроме того, получается неоправданное усложнение схемы.

Более простое и эффективное решение драйвера светодиодов — применение специализированных микросхем NUD4001 и NUD4011 компании ON Semiconductor, обеспечивающих стабилизированный ток на выходе. Типовая схема включения светодиодного драйвера NUD4001 приведена на рис. 2. По сути дела, NUD4001 и NUD4011 — это управляемые генераторы (стабилизаторы) тока, выходной ток которых задается внешним резистором. Стабилизация тока обеспечивается во всем диапазоне рабочих температур (40...125°C) и во всем диапазоне допустимых входных напряжений. Основное назначение драйвера NUD4001 — генератор тока для автомобильных светодиодных ламп (габаритные огни, указатели поворотов, стоп-сигналы, освещение салона). Входные цепи питания микросхемы NUD4001 выдерживают броски напряжения до 60 В. Микросхема светодиодного драйвера NUD4001 может также использоваться в качестве источника тока в недорогих зарядных устройствах для мобильных приложений.

Расчет параметров схемы на рис. 2 отличается простотой и состоит из следующих шагов:

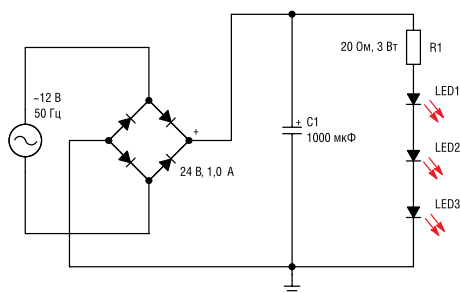


Рис. 1. Питание светодиодов от мостового выпрямителя

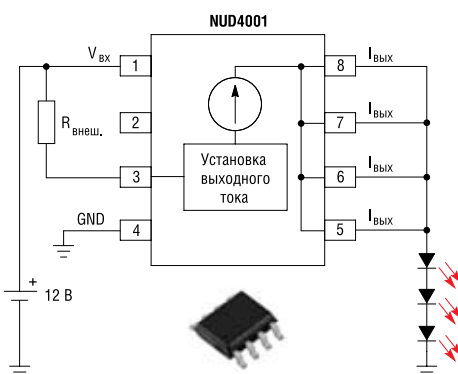


Рис. 2. Схема включения NUD4001 для питания трех светодиодов от 12 В

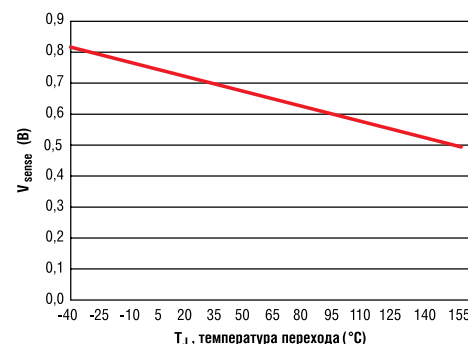


Рис. 3. Зависимость напряжения V<sub>sense</sub> от температуры перехода

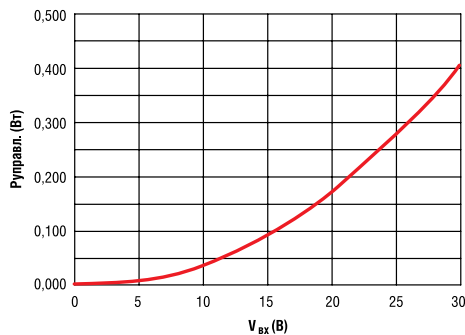


Рис. 4. Зависимость мощности потребления NUD4001 от напряжения питания при отсутствии нагрузки

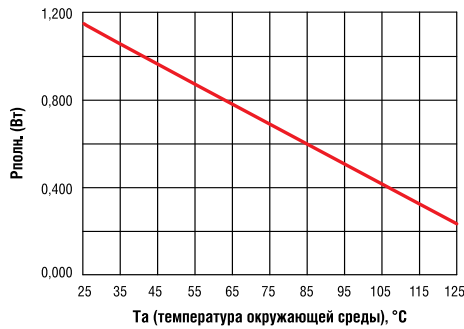


Рис. 5. Зависимость допустимой полной рассеиваемой мощности NUD4001 от температуры

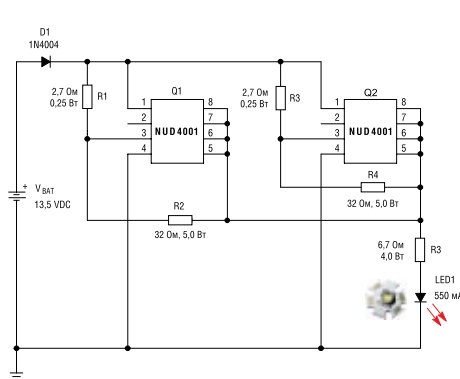


Рис. 7. Параллельное включение NUD4001 для получения выходного тока 550 мА

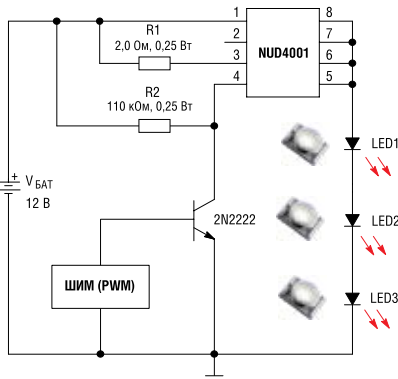


Рис. 8. Управление драйвером NUD4001 с помощью ШИМ для регулировки яркости светодиодов

1. Выбор тока через светодиод  $I_{\text{светод.}} = I_{\text{вых}}$ , исходя из документации производителя светодиодов. Для примера выберем ток 350 мА.

2. Расчет резистора  $R_{\text{внеш.}}$  (в качестве примера выбрана температура перехода  $T_j = 25^\circ\text{C}$ ):

$R_{\text{внеш.}} = V_{\text{sense}} / I_{\text{светод.}} = 0,7 (T_j = 25^\circ\text{C}) / 0,350 \text{ A} = 2,0 \text{ Ом}$ . Значение  $V_{\text{sense}}$  определяется из графика на рис. 3. Эта зависимость и все остальные, приведенные в статье, взяты из документации производителя.

3. Выбор напряжения питания (оно же равно  $V_{\text{вх}}$ ). В качестве примера выбрано напряжение 12 В.

4. Определение падения напряжения на трех светодиодах на основе параметров, взятых из документации производителя. Для примера будем считать, что падение напряжения на одном светодиоде составляет 3,5 В при токе 350 мА. Тогда падение на трех светодиодах будет  $3,5 \text{ В} \times 3 = 10,5 \text{ В}$ .

5. Расчет падения напряжения  $V_{\text{drop}}$  на выходном ключе драйвера NUD4001:

$V_{\text{drop}} = V_{\text{вх}} - V_{\text{sense}} - V_{\text{светод.}} \times N = 12 \text{ В} - 0,7 \text{ В} (при T_j = 25^\circ\text{C}) - 10,5 \text{ В} = 0,8 \text{ В}$ , где  $N$  – количество последовательно включенных светодиодов.

6. Расчет рассеиваемой мощности на микросхеме драйвера NUD4001:

$P_{\text{driver}} = V_{\text{drop}} \times I_{\text{вых}} = 0,8 \text{ В} \times 0,350 \text{ А} = 0,280 \text{ Вт}$

7. Расчет мощности управления  $P_{\text{управл.}}$ , потребляемой самой микросхемой при отсутствии нагрузки. Этот параметр определяется с помощью графика на рис. 4. Для напряжения питания 12 В собственная мощность потребления составляет 0,055 Вт.

7. Расчет полной мощности  $P_{\text{полн.}}$ , рассеиваемой на микросхеме NUD4001:  $P_{\text{полн.}} = P_{\text{управл.}} + P_{\text{driver}} = 0,055 \text{ Вт} + 0,280 \text{ Вт} = 0,335 \text{ Вт}$ .

8. Сравнение рассчитанной полной мощности с максимально допустимой, приведенной на рис. 5. Полученная в результате расчета мощность 0,335 Вт (при  $25^\circ\text{C}$ ) не превышает максимально допустимую. Если при определенной температуре рассеиваемая мощность превышает допустимую, то необходимо уменьшать выходной ток драйвера или включать микросхему параллельно. В некоторых случаях изменение количества последовательно включенных светодиодов позволяет достичь меньшего падения напряжения  $V_{\text{drop}}$  на микросхеме NUD4001. Изменение напряжения питания также позволяет снизить падение напряжения на выходном ключе светодиодного драйвера NUD4001, уменьшив при этом рассеиваемую мощность на микросхеме.

Интересной особенностью драйвера NUD4001 является наличие вывода Boost, который дает возможность подключения внешнего силового транзи-

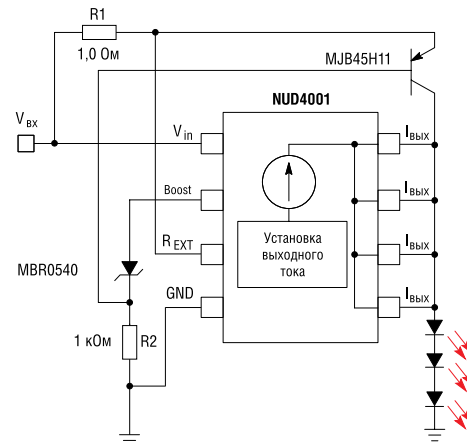


Рис. 6. Увеличение выходного тока с помощью внешнего транзистора

стора для дополнительного увеличения суммарного выходного тока нагрузки. Схема с внешним транзистором приведена на рис. 6. Подробный расчет параметров этой схемы приведен в статье по применению AND8198/D «Using the NUD4001 to Drive High Current LEDs», которую легко найти на сайте производителя [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com).

Другой способ увеличения выходного тока – параллельное включение драйверов NUD4001. Этот способ позволяет снизить рассеиваемую мощность на каждой микросхеме, что особенно актуально в автомобильных приложениях, где схема драйвера работает при повышенных температурах. Схема параллельного включения для питания светодиода током 550 мА при напряжении питания 13,5 В (аккумулятор автомобиля) приведена на рис. 7.

Эффективную регулировку яркости светодиодов можно осуществить с помощью ШИМ-регулирования, коммутируя подключения вывода GND-микросхемы драйвера к общему проводу. Рекомендуемая схема с импульсным регулированием интенсивности свечения светодиодов приведена на рис. 8.

Для быстрого ознакомления с работой драйвера NUD4001 компания ON Semiconductor выпускает демонстрационную плату NUD4001DEVB. Плата позволяет провести эксперименты с регулировкой интенсивности свечения светодиодов при токе до 350 мА и измерить параметры схемы при разных режимах работы. Подробное описание и формулы для расчета схемы драйвера приведены в статье по применению AND8234/D «NUD4001 Dimming Ability Demonstration Board».

Более подробную информацию по рассмотренным в этой статье микросхемам драйверов светодиодов и демонстрационным платам можно найти на сайте производителя по адресу [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com).

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: [analog.vesti@compel.ru](mailto:analog.vesti@compel.ru)