

# Менеджер питания мобильных устройств на базе микросхемы MPQ5480

Александр Щерба (Москва)

В июне 2016 г. компания Monolithic Power Systems представила новую микросхему менеджера питания мобильных устройств MPQ5480.

В малогабаритном корпусе WLCSP-16, с размерами  $1,7 \times 1,7$  мм, размещены DC/DC-преобразователь, контроллер заряда Li-ion аккумулятора с функцией защиты и контроллер кнопки включения устройства.

Monolithic Power Systems (MPS) – один из мировых лидеров в разработке и производстве интегральных схем для высокоэффективных компонентов аналоговой и силовой электроники. Одним из ключевых направлений компании является выпуск микросхем для DC/DC- и AC/DC-преобразователей различного применения, в том числе преобразователей для питания мощных светодиодов и контроллеров импульсных источников питания (ИП), включая контроллеры синхронного выпрямления мощных ИП.

Новая микросхема MPQ5480, выпущенная компанией MPS, представляет собой законченное полностью интегрированное решение для управления питанием переносных и мобильных устройств. На кристалле микросхемы размещены высокоэффективный DC/DC-преобразователь для стабилизации выходного напряжения, схема контроля заряда Li-ion аккумуляторной батареи и контроллер включения/выключения устройства с помощью

кнопки SW. На рисунке 1 представлена типовая и блок-схема микросхемы MPQ5480. Входное напряжение для питания может быть получено от внешнего блока питания или через USB-порт.

## РЕЖИМЫ РАБОТЫ

Алгоритм работы микросхемы MPQ5480 представлен на рисунке 2. В режиме работы можно выделить три основных состояния.

1. Батарея разряжена. При падении напряжения на Li-ion батарее ниже 3,05 В ( $U_{th\_UVLO}$ ), включение системы окажется заблокировано и будет возможно только при подключении внешнего источника напряжения. При этом присутствует только ток саморазряда Li-ion батареи.
2. Зарядка. В случае подключения внешнего источника питания и при условии  $U_{CH} > 3,8$  В будет происходить зарядка Li-ion аккумулятора. В этом режиме DC/DC-преобразователь,  $U_{O2}$  и кнопка будут отключены до достижения напряжения на батарее ( $U_{BATT}$ )

больше 3,05 В ( $U_{th\_UVLO}$ ), после чего возможна работа системы в нормальном режиме.

3. Нормальный режим работы. При условии превышения напряжения на аккумуляторной батарее порогового значения  $U_{BATT} > U_{th\_UVLO}$  реализуется нормальный режим работы. В этом режиме система может быть включена или выключена (ON/OFF) с помощью кнопки SW. При этом зарядное устройство может быть отключено.

## Заряд аккумуляторной батареи

В микросхему MPQ5480 встроено линейное зарядное устройство. Контроллер заряда по специальному алгоритму меняет режим заряда аккумуляторной батареи автоматически, в зависимости от уровня её заряда. Ток зарядки ( $I_{CHG}$ ) можно установить с помощью внешнего резистора, соединяющего вывод  $I_{CHG}$  с землёй (GND). Как правило, ток заряда  $I_{CHG}$  устанавливается равным половине ёмкости батареи ( $C/2$ ). Величины тока заряда, в зависимости от сопротивления резистора  $R_{I_{CHG}}$ , представлены в таблице 1.

Контроллер заряда Li-ion аккумулятора использует профиль CC/CV (Constant-Current/Constant-Voltage). Можно выделить два этапа. На первом

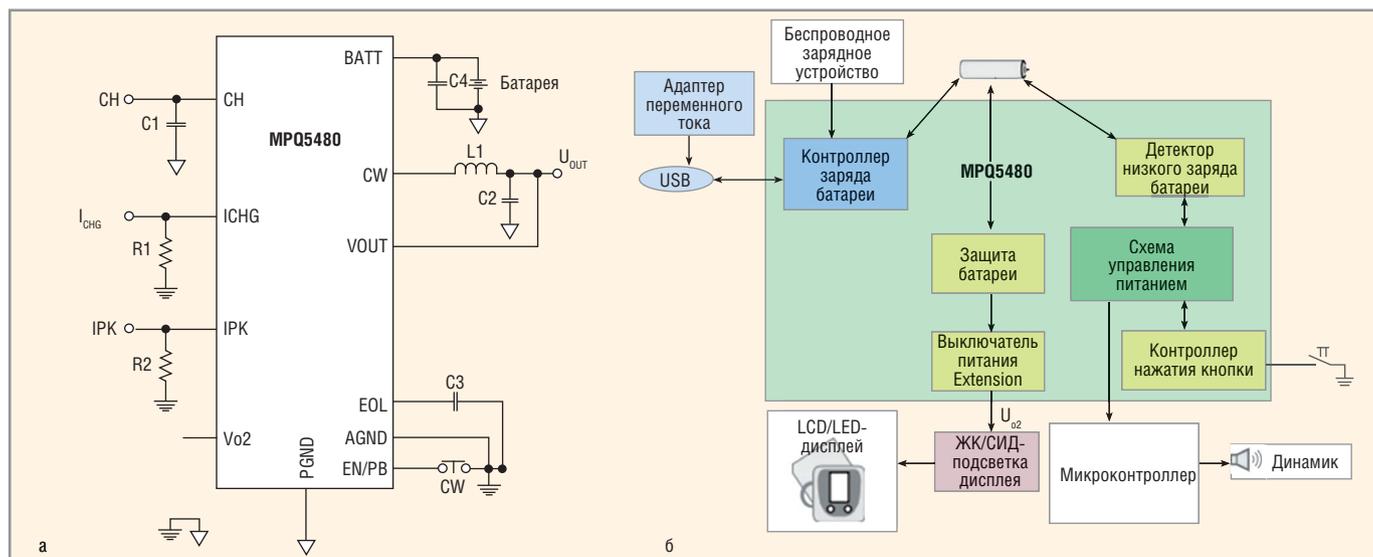


Рис. 1. Схемы подключения MPQ5480: а – блок-схема; б – типовая схема

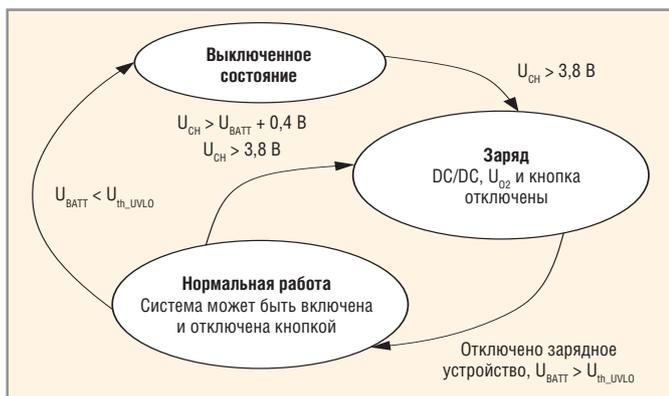


Рис. 2. Алгоритм работы микросхемы MPQ5480

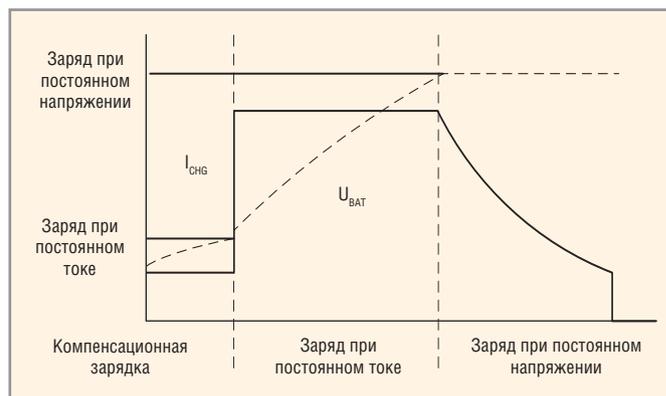


Рис. 3. Типовой временной профиль заряда Li-ion аккумулятора

этапе заряд аккумуляторной батареи осуществляется постоянным током (Constant-Current), при этом контролируется напряжение на батарее. При достижении порогового значения напряжения  $U_{CV}$  (для Li-ion типичное значение составляет 4,10 В), заряд постоянным током прекращается. Далее контроллер включает следующий этап – заряд фиксированным напряжением (Constant-Voltage), при этом ток на аккумуляторной батарее будет постепенно падать. При падении тока до 10% от максимального значения  $I_{CHG}$  батарея считается полностью заряженной, процесс заряда также прекращается после истечения времени внутреннего таймера микросхемы (3,6 ч). Типовой профиль заряда показан на рисунке 3.

### ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОЙ БАТАРЕИ

При полностью разряженной или неисправной аккумуляторной батарее напряжение на ней падает ниже порога ( $U_{th\_trich}$ ). В этом случае контроллер начнёт заряжать аккумулятор в течение 7 мин небольшим током в 10% от запрограммированного значения  $I_{CHG}$  (компенсационный заряд). После того как напряжение аккумуляторной батареи достигнет порога  $U_{th\_trich}$ , зарядное устройство начинает заряжать батарею при постоянном токе ( $I_{CHG}$ ). Если напряжение батареи не поднимется выше порога  $U_{th\_trich}$  в течение 7 мин, контроллер микросхемы сочтёт подключённую батарею неисправной и оставит зарядку.

### ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ВСТРОЕННЫЙ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

На кристалле MPQ5480 размещён высокоэффективный синхронный понижающий преобразователь. Максимальное напряжение пульсаций на выходе не превышает 80 мВ для нагрузки с переходными процессами 45 мА / 5 мс. Выходной конденсатор может иметь ёмкость до 250 мкФ. Пиковый ток  $I_{PK}$  на индуктивности преобразователя контролируется и может быть ограничен для того, чтобы предотвратить перегрузку встроенного силового ключа. Выходное напряжение по умолчанию равно 1,22 В, но может быть задано с помощью внешних резисторов  $R_{UP}$  и  $R_{DOWN}$ . В этом случае оно рассчитывается по формуле:

$$U_{OUT} = (1 + R_{UP} / (R_{DOWN} \parallel R_S)) \times 1,22,$$

где  $R_S$  – сумма внутренних резисторов микросхемы ( $R_S = 900$  кОм).

DC/DC-преобразователь автоматически отключается при подключении зарядного устройства ( $U_{CH} > 3,8$  В), и может быть включён нажатием кнопки, когда зарядное устройство не подключено ( $U_{CH} < 3,5$  В). При выключении DC/DC-преобразователя на выходе устанавливается низкий импеданс для того, чтобы принудительно разрядить выходной конденсатор.

### РАБОТА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Преобразователь напряжения работает в так называемом режиме разрывных токов (Discontinuous Current Mode, DCM) и управляется с помощью трёх компараторов:

- компаратор пикового тока;
- компаратор выходного напряжения;
- компаратор нулевого тока.

В случае если выходное напряжение находится ниже опорного напряжения, откроется силовой ключ (HS-FET) для подачи напряжения на индуктивность. При достижении предельного значения тока компараторы силовой МОП-транзистор отключится. Затем сработает силовой ключ LS-FET и ток потечёт в цепь нагрузки. Как только ток в цепи индуктивности достигнет нуля, силовой ключ LS-FET будет отключён. Если напряжение на выходе останется ниже порога, то цикл повторится. В таком режиме преобразования, при маломощной нагрузке, частота переключения будет уменьшаться, чтобы предотвратить переход частоты преобразования в слышимый диапазон. Нижний диапазон частот переключения преобразователя ограничен частотой 20 кГц.

Максимальный пиковый ток задаётся с помощью внешнего резистора  $R_{IPK}$  и защищает аккумуляторную батарею от перегрузки (см. табл. 2). Для ограничения тока, при замыкании вывода на «землю» ( $R_{IPK} = 0$ ), к выводу IPK последовательно подключён внутренний резистор с сопротивлением 2 кОм.

DC/DC-преобразователь оснащён функцией плавного пуска, которая позволяет в течение 0,3 мс постепенно увеличить выходное напряжение от нуля до рабочего значения. Если на выходе будет установлен конденсатор большой ёмкости, то существует вероятность, что напряжение на выходе не достигнет рабочего значения в течение

Таблица 1. Зависимость тока заряда  $I_{CHG}$  от сопротивления резистора  $R_{CHG}$

$I_{CHG}$ (мА)	$R_{CHG}$ (кОм)	$I_{CHG}$ (мА)	$R_{CHG}$ (кОм)
7,8	169	34,4	27
10	124	51	15
11	110	71	8,25
12	100	100	2,49
21,2	51	127	0

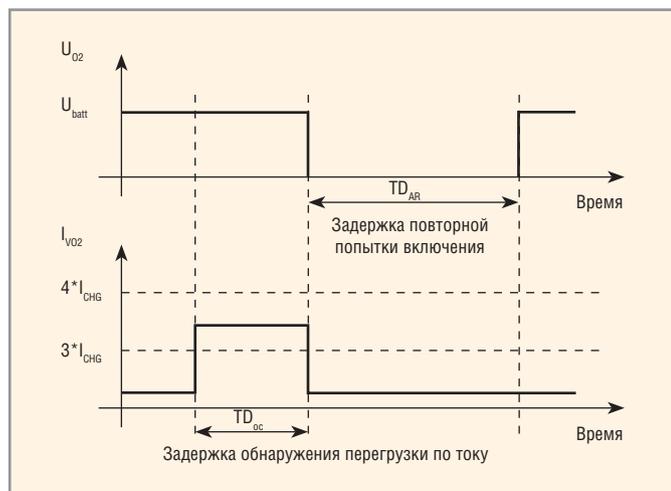


Рис. 4. Временная диаграмма защиты от перегрузки по току для нагрузки, подключённой к выводу U<sub>O2</sub>

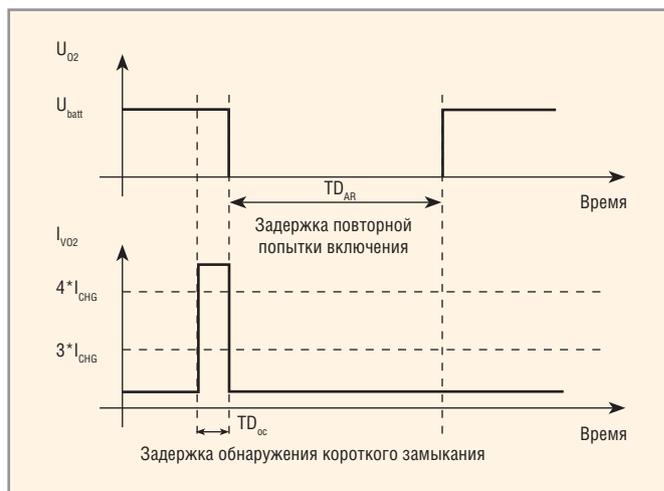


Рис. 5. Временная диаграмма защиты короткого замыкания вывода U<sub>O2</sub>

времени плавного пуска. В этом случае DC/DC-преобразователь будет заряжать выходной конденсатор максимальным током, установленным с помощью резистора R<sub>ПК</sub>.

**ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА**

Тепловая защита, встроенная в микросхему MPQ5480, необходима для предотвращения выхода из строя чипа и аккумулятора при чрезвычайно высокой или низкой температуре. Работа микросхемы прекратится в случае, когда температура кристалла микросхемы выйдет за пределы рабочих температур от +6...+49°C. Когда температура кристалла вернётся в рабочий диапазон, система перейдёт из состояния «Выключено» (OFF) в «Нормальный режим» работы (см. рис. 2).

**КОНТРОЛЬ ВКЛЮЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КНОПКИ**

С помощью кнопки, подключённой к выводу EN/PB микросхемы MPQ5480, можно управлять включением и выключением устройства. Короткие нажатия кнопки длительностью менее T<sub>PUSH</sub> = 2,2 с игнорируются. При нажатии кнопки дольше 2,2 с система включится. Повторное длительное нажатие отключит систему. Если батарея будет разряжена или окажется подсоедине-

но зарядное устройство, включение не произойдёт.

Если напряжение на батарее падает ниже порога U<sub>th\_UVLO</sub>, то DC/DC-преобразователь отключается. МОП-транзистор, подключённый к выводу U<sub>O2</sub>, также разорвёт цепь, и система перейдёт в режим «Остановлено». Кнопка в этом состоянии будет неактивна. MPQ5480 останется в этом режиме до тех пор, пока не будет подключён внешний источник питания к выводу CH (U<sub>CH</sub> > 3,8 В).

Конденсатор, подключённый к выводу EOL, работает как фильтр низких частот, что позволяет получить среднее значение напряжения на батарее за период 1 мс.

**РАСШИРЕНИЕ СИСТЕМЫ**

В более сложных приложениях MPQ5480 позволяет подключить к выводу U<sub>O2</sub> дополнительные DC/DC-преобразователи, которые тоже могут использовать питание от батареи.

Когда напряжение батареи ниже, чем U<sub>th\_UVLO</sub>, ключ (МОП-транзистор) между U<sub>O2</sub> и U<sub>BATT</sub> замыкает цепь. Во время зарядки, когда U<sub>CH</sub> > 3,8 В, ключ будет размыкать цепь. Выход U<sub>O2</sub> также защищён от короткого замыкания и перегрузки по току, т.к. высокий ток разряда аккумуляторной батареи может привести к её повреждению. Когда выходной ток превышает пороговое значение 3,8·I<sub>CHG</sub>, но остаётся ниже, чем порог короткого замыкания 5·I<sub>CHG</sub>, ключ разрывает цепь с временной задержкой обнаружения перегрузки по току TD<sub>oc</sub> = 9 мс (см. рис. 4).

В случае если выходной ток превысит порог короткого замыкания 5·I<sub>CHG</sub>, силовой МОП-ключ разорвёт цепь, и подача

напряжения на выход U<sub>O2</sub> прекратится с задержкой обнаружения короткого замыкания TD<sub>sc</sub> = 300 мкс. Ключ включится снова автоматически после временной задержки TD<sub>AR</sub> = 75 мс (см. рис. 5). Автоматического повтора не произойдёт, если напряжение батареи будет ниже U<sub>th\_UVLO</sub>.

Выход U<sub>O2</sub> отключается при наступлении одного из следующих четырёх событий:

- отключение кнопкой;
- подключение зарядного устройства;
- U<sub>BATT</sub> < U<sub>th\_UVLO</sub>;
- срабатывание схемы защиты при выходе за пределы рабочего диапазона температур.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Схема управления питанием на базе микросхемы MPQ5480 от компании Monolithic Power Systems обеспечивает полное управление зарядом/разрядом аккумуляторной батареи, обеспечивает стабилизацию выходного напряжения и управляет включением/выключением мобильного устройства. Встроенная в микросхему защита включает в себя механизмы ограничения тока разряда аккумуляторной батареи, выявления её неисправности, защиты от короткого замыкания и отключения схемы при выходе температуры окружающей среды за пределы рабочего диапазона или при перегреве аккумуляторной батареи.

Микросхема MPQ5480 требует минимального количества внешних компонентов и доступна в малогабаритном SMD-корпусе WLCSF-16 (1,7 × 1,7 мм).

**ЛИТЕРАТУРА**

1. www.monolithicpower.com.

Таблица 2. Максимальный пиковый ток I<sub>ПК</sub> DC/DC-преобразователя в зависимости от сопротивления резистора R<sub>ПК</sub>

I <sub>ПК</sub> (мА)	R <sub>ПК</sub> (кОм)
30	100
45	42,2
50	36,5
100	17,8
200	7,87



# Источники питания для монтажа на плату

- ✓ Низкая стоимость
- ✓ Высокая надёжность
- ✓ Короткое время выполнения заказа
- ✓ Стандартная площадь посадочного места
- ✓ Наивысшая удельная мощность



**5 Вт  
AC/DC  
площадь  
1"×1"**

## Маломощные источники питания AC/DC для установки на плату



- Серия ESE**
- От 5 до 40 Вт
  - Ультракompактные площадью от 1"×1"
  - Герметизированное исполнение
  - Одно- и двухканальные модели
  - Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт



- Серия ECL**
- От 5 до 30 Вт
  - Ультракompактные
  - Одно- и многоканальные модели
  - Герметизированное исполнение и открытый каркас
  - Потребляемая мощность в режиме холостого хода < 0,3 Вт

**Загрузите**  
интерактивное руководство  
по выбору преобразователей AC/DC и DC/DC

[www.xppower.com/literature\\_downloads](http://www.xppower.com/literature_downloads)



Посетите наш сайт  
и загрузите последний  
выпуск каталога  
продукции:  
[www.prosoft.ru/xp\\_power](http://www.prosoft.ru/xp_power)



Селектор для загрузки  
в мобильные устройства



**20 Вт  
DC/DC  
площадь  
1"×1"**

## Серии DC/DC-преобразователей в стандартном исполнении

### От 1 до 3 Вт



- Корпуса SIP и DIP
- Варианты со стабилизацией выходного напряжения и с низким коэффициентом стабилизации
- Входы 2:1, 4:1 и ±10%
- Гальваническая развязка вход-выход от 500 В до 6 кВ

### От 2 до 6 Вт



- Площади оснований 1"×1", 1"×2", 2"×2" и DIP-24
- Одно-, двух- и трёхканальные модели со стабилизированными напряжениями
- Широкий диапазон входного напряжения 2:1 и 4:1
- Гальваническая развязка вход-выход до 3,5 кВ

### Соответствие требованиям медицинских стандартов



- От 3 до 10 Вт
- IEC60601-1, 3-е издание
- Усиленная изоляция 4 кВ (переменный ток)
- Ток утечки на пациента 2 мкА

### Драйверы для светодиодных систем освещения



- От 5 до 48 Вт
- Ток нагрузки до 1000 мА
- Режим генератора тока
- КПД 95%

### Модели для поверхностного монтажа



- 1 и 2 Вт
- Варианты со стабилизацией выходного напряжения и с низким коэффициентом стабилизации
- Входы 2:1, 4:1 и ±10%
- Одно- и двухканальные модели

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ XP POWER

**PROSOFT® 25 ЛЕТ**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • [info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru) • [www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)

