

ВСТРАИВАЕМЫЙ МОДУЛЬ РАСШИРЕНИЯ USB

Логвинов Д.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Собчук Н.С. – ст. преподаватель кафедры ЭТТ

Аннотация. Представлена разработка встраиваемого модуля расширения USB для интеграции в мебель офисной, лабораторной и промышленной среды. Цель – обеспечить высокоскоростной обмен данными и гибкое питание. Конструкция выполнена во врезном исполнении с отводом тепла и виброустойчивым креплением. Функционально поддерживаются SuperSpeed до 5 Гбит/с и профили питания 5...9 В. Отмечены технологичность, маршрут сборки и готовность к опытно-промышленной эксплуатации.

Ключевые слова: встраиваемый модуль, врезной модуль, USB-порты, передача данных, зарядное устройство

Введение. Широкое внедрение встраиваемых USB-модулей с поддержкой SuperSpeed и ускоренной зарядки, чувствительных к электромагнитным помехам, нарушению целостности сигнала и электростатическим разрядам, выдвигает задачи обеспечения ЭМС, тепловой устойчивости и периодического функционального контроля на одно из первых мест [1].

В данной статье показано, что ухудшение качества обмена и питания может наступать уже при не критичных воздействиях, что приводит к росту ошибок передачи, ложным срабатываниям защит и скрытым отказам, требующим специальных конструктивно-схемотехнических решений.

Основная часть. Встраиваемый USB-модуль предназначен для интеграции в мебель и офисные рабочие места. Он обеспечивает быстрый доступ к питанию и передаче данных без внешних хабов, совместим с ПК, может работать как концентратор для наращивания числа портов и поддерживает современные профили USB-питания и обмена скоростных данных в средах с повышенными требованиями к надёжности и ЭМС.

Корпус пластмассовый во врезном исполнении с лицевой панелью и винтовой фиксацией. Тепло в блоке распределяется равномерно и соответствует нормам безопасности и требованиям к эффективности, что обеспечивает устойчивое функционирование электронной компонентной баз. Печатная плата многослойная с контролируемым импедансом высокоскоростных пар. Перечисленные технические возможности делают разработанный модуль полноценным и надёжным узлом расширения USB-интерфейса. Он объединяет высокоскоростной цифровой интерфейс, гибкое управление питанием и современные средства защиты. В результате устройство гарантирует одновременно стабильную связь и безопасность при работе с широким спектром периферийных устройств [2].

Блок питания обеспечивает электромагнитную совместимость по входу и стабильность питания последующих узлов. Два независимых понижающих преобразователя 5 В формируют напряжение для питания шин VBUS USB-портов или логических цепей где разделение на два канала снижает токовую нагрузку каждого преобразователя. Наличие отдельного 9-вольтового преобразователя предусмотрено для скоростного питания периферийных устройств. Контроллер данных является центральным логическим блоком, обеспечивающим коммутацию трафика USB. Блоки «Ввод/вывод данных» являются множественными идентичными интерфейсными узлами, обеспечивающими подключение к персональному компьютеру и к внешним периферийным устройствам. Структурная схема устройства указана на рисунке 1.

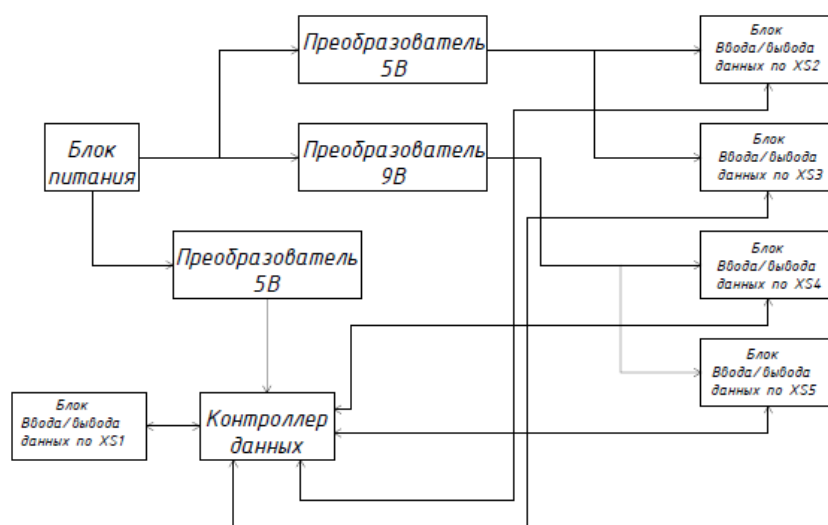


Рисунок 1 – Электрическая структурная схема устройства

Надёжность разработанного USB-модуля оценивалась теоретически методом суммирования параметров компонентов на отказ по модели прогнозирования эксплуатационной безотказности элементов производства стран СНГ. Были учтены климатические и механические факторы эксплуатации. Ключевыми показателями надёжности являются средняя наработка на отказ которая рассчитывается по формуле

$$T_o = \frac{1}{\lambda} \cdot 10^6 \text{ ч.} \quad (1)$$

где T_o – наработка на отказ, ч;

λ – сумма параметров компонентов на отказ.

Следует отметить, что реальная наработка на отказ устройства в значительной степени зависит от условий эксплуатации. Работа при повышенной температуре или влажности, частые механические удары могут несколько снизить долговечность. Тем не менее, даже в жёстких условиях можно ожидать срок бесперебойной службы, измеряемый десятками тысяч часов. Предложенный модуль не содержит движущихся частей и рассчитан на безотказную работу в течение всего жизненного цикла целевого изделия [3].

Заключение. Таким образом, результаты работы демонстрируют целесообразность применения разработанного USB-модуля в различных сферах. Достигнутое сочетание функциональности, надёжности и простоты интеграции делает устройство привлекательным для внедрения в умную мебель, научно-образовательные комплексы и промышленные системы, где растёт спрос на встроенные средства подключения и зарядки USB-устройств. В будущем планируется экспериментальная эксплуатация опытных образцов модуля в реальных условиях и накопление статистических данных, что позволит ещё более точно оценить его надёжность и при необходимости внести дополнительные улучшения. Тем не менее, уже на текущем этапе разработки очевидно, что предложенное решение обладает высоким потенциалом и отвечает актуальным потребностям отрасли.

Список литературы

1. *Universal serial bus 3.0 specification* / Hewlett-Packard Company, Intel Corporation, Microsoft Corporation, NEC Corporation, ST-NXP Wireless, Texas Instruments – 2008. – Pp. 487.
2. *USB-IF. USB 3.2 Language Usage Guidelines.* – [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.usb.org/sites/default/files/usb_3_2_language_product_and_packaging_guidelines_final.pdf
3. *Расчет показателей надежности радиоэлектронных средств* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/25651/1/Borovikov_2010.pdf

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

BUILT-IN USB EXPANSION MODULE

Logvinov D.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Supervisor: N.S. Sobchuk – Senior Lecturer of the Department of ETT

Annotation. A development of a built-in USB expansion module for integration into office, laboratory, and industrial furniture is presented. The goal is to provide high-speed data exchange and flexible power supply. The design features a flush-mounted design with heat dissipation and vibration-resistant mounting. Functionally, it supports SuperSpeed up to 5 Gbps and 5-9 V power profiles. The module's manufacturability, assembly flow, and readiness for pilot production are highlighted.

Keywords: Built-in module, flush-mounted module, USB ports, data transfer, charger