

## ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 608.217

### БЛОК ПИТАНИЯ ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАКАЧКИ ЭРБИЙ-ИТТЕРБИЕВОГО ЛАЗЕРА

© 2021 г. М. И. Дзюбенко<sup>а</sup>, И. В. Коленов<sup>а,б</sup>, В. П. Пелипенко<sup>а</sup>,  
Н. Ф. Дахов<sup>а</sup>, А. А. Галуза<sup>с</sup>

Поступила в редакцию 09.06.2020 г.

После доработки 26.06.2020 г.

Принята к публикации 01.07.2020 г.

DOI: 10.31857/S0032816221010080

Разработан недорогой, относительно простой, малогабаритный источник импульсов тока для питания светодиодной системы накачки эрбий-иттербиевого лазера. Источник питания (и.п.) обеспечивает следующие параметры импульсов тока: ток в импульсе 10–100 А, длительность импульса 200–5000 мкс, частота следования импульсов 0.1–10 Гц, время нарастания импульса 100 мкс, нестабильность тока на вершине импульса не более 1%. В и.п. предусмотрена защита нагрузки на случай выхода параметров импульса тока за рамки допустимых. Разработанный и.п. обеспечивает низкий уровень электромагнитных помех, что позволяет располагать его вблизи высокочувствительных измерительных блоков [1, 2].

Блок-схема источника питания и фото готового макета представлена на рис. 1. В и.п. ток регулируется полевым транзистором  $T$ , работающим в линейном режиме. В данной схеме лазерные светодиодные линейки (л.с.л.) включаются в цепь истока полевого транзистора  $T$ , что позволяет питать как лазеры с изолированным, так и соединенным с корпусом катодом л.с.п. Питание л.с.л. осуществляется от накопительного конденсатора  $C$ . Управление режимом работы и контроль параметров осуществляются микроконтроллером (находится в главном блоке управления).

И.п. содержит главный блок управления, аналоговый регулятор тока, блок заряда накопительной емкости, блок защиты л.с.л., интерфейс связи с внешними устройствами. Главный блок основан на микроконтроллере STM32F100C8, который

формирует опорный импульс, задающий параметры импульса тока. Длительность импульса и частота задаются при помощи таймеров, амплитуда – при помощи 12-битного цифроаналогового преобразователя (ц.а.п.) микроконтроллера. Также главный блок отвечает за контроль тока в нагрузке, управление системой защиты л.с.л. и связь с внешними устройствами. Микроконтроллер работает под управлением операционной системы реального времени FreeRTOS. Задачи, критичные к скорости реакции системы (срабатывание схемы защиты и временные параметры опорного импульса), выполняются при помощи аппаратных прерываний микроконтроллера. Аналоговый регулятор тока отвечает за формирование и стабильность импульса тока по опорному импульсу, подаваемому с главного блока управления. Резистор  $R_{ш}$  (шунт 10 А/75 мВ) является датчиком тока в цепях обратной связи и защиты. Блок защиты отключает и шунтирует нагрузку, если параметры импульса тока превышают допустимые значения. Блок зарядки заряжает батарею конденсаторов  $C$  (емкость – 50 мФ) заданным током (3 А). Уровень заряда батареи в пределах 10–24 В задается главным блоком управления при помощи второго канала ц.а.п., что позволяет уменьшить падение напряжения на регулирующем ток транзисторе  $T$ . Это уменьшает рассеиваемую транзистором мощность. Интерфейсный блок обеспечивает возможность управления и.п. (задание уровня, длительности и частоты импульсов тока, контроль ошибок) с внешних устройств (персональный компьютер, панель управления и другие устройства, имеющие интерфейс RS485 с протоколом ModBUS).

Для тестирования и.п. использовался эквивалент л.с.л. – набор последовательно соединенных диодов 60EPU04. На рис. 2 приведены осциллограммы напряжений, измеренных на шунте 10 А/75 мВ, включенном последовательно с эквивалентом. Из осциллограмм видно, что колебания тока не превышают шум осциллографа; скачки на фронтах

<sup>а</sup>Институт радиофизики и электроники имени А.Я. Усикова  
НАН Украины, Харьков, Украина

<sup>б</sup>Институт электрофизики и радиационных технологий  
НАН Украины, Харьков, Украина

<sup>с</sup>Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”, Харьков, Украина

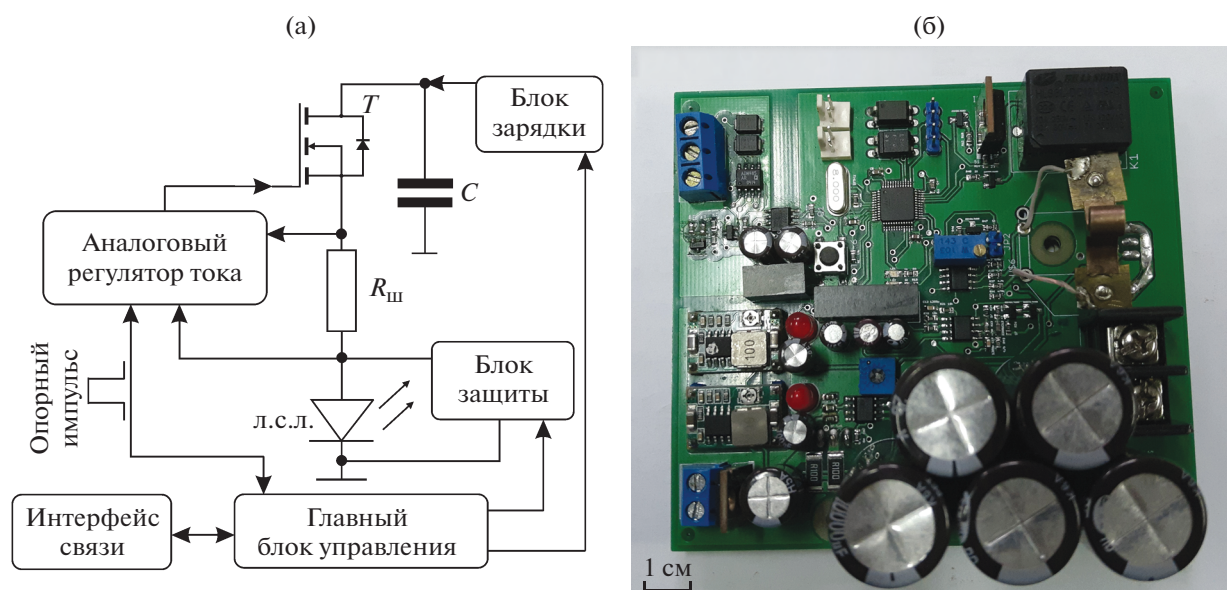


Рис. 1. Блок-схема (а) и внешний вид макета (б) блока питания.

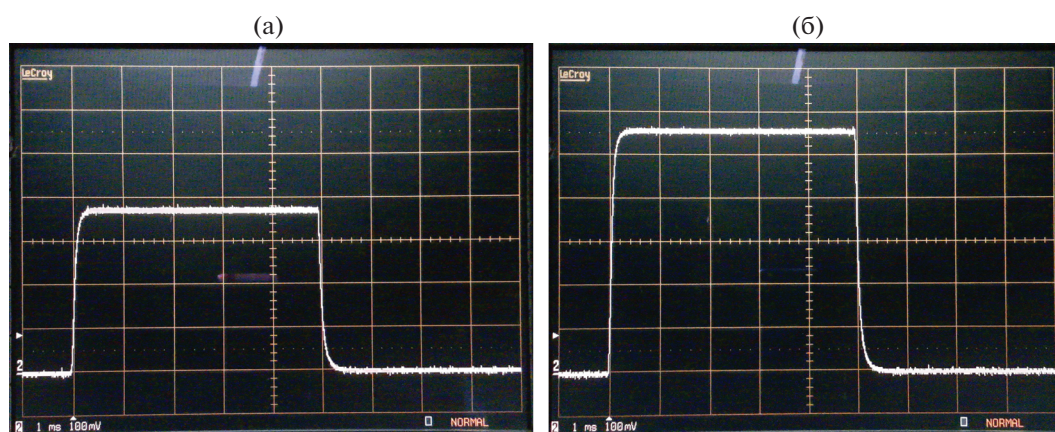


Рис. 2. Осциллограммы тока, измеренные при помощи шунта 10 А/75 мВ при различных токах: 50 А (а), 75 А (б). Масштаб по вертикали 100 мВ/деление, по горизонтали – 1 мс/деление.

импульсов отсутствуют. Вершины импульсов тока – плоские, что соответствует требованиям к питанию для л.с.л.

Описанный и.п. использовался в лабораторных установках [3] и опытном образце лазерного дальномера. Для накачки активных сред с более коротким временем жизни верхнего уровня по сравнению с эрбий-иттербием необходимо уменьшить время нарастания импульса тока. Это потребует минимальной доработки блока питания (замены операционных усилителей на более быстродействующие, а элементов цепей обратной связи – на аналогичные с соответствующими номиналами).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Koehner W.* Solid-State Laser Engineering. New York: Springer-Verlag, 2006. P. 750. <https://doi.org/10.1007/0-387-29338-8>
2. *Maini Anil K.* Lasers and Optoelectronics: Fundamentals, Devices and Applications. Dehli: Wiley, 2013. P. 636. <https://doi.org/10.1002/>
3. *Дзюбенко М.И., Коленов И.В., Пелипенко В.П., Дыхов Н.Ф.* // Радиотехника. 2020. № 199. С. 104.

Адрес для справок: Украина, 61085, Харьков, ул. Академика Проскуры, 12, Институт радиофизики и электроники НАН Украины. E-mail: mid41@ukr.net