

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЯРОСЛАВА МУДРОГО»

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ СТУДЕНТОВ

Часть 2

XXIV научная конференция
преподавателей, аспирантов и студентов НовГУ
20–25 марта 2017 года

ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД
2017

УДК 001
М29

Печатается по решению
РИС НовГУ

М29 **Материалы докладов студентов. Ч. 2. XXIV научная конференция преподавателей, аспирантов и студентов НовГУ / сост.: Г. В. Волошина, Т. В. Прокофьева; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2017. – 212 с.**

Сборник содержит материалы докладов студентов XXIV научной конференции преподавателей, аспирантов и студентов НовГУ, проведенной 20–25 марта 2017 г.

Материалы докладов публикуются в авторской редакции.

УДК 001

© Новгородский государственный
университет, 2017
© Авторы статей, 2017

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫМ РЕЖИМОМ ЛАЗЕРНОГО ДИОДА

Исследовалась работа телевизионной системы с лазерной подсветкой в импульсном режиме. Исследование проводилось на лабораторной установке, в которую входили: компьютер, ТВ-камера, лазерный модуль, генератор импульсов. В процессе исследований лазерный источник света управлялся от генератора импульсов низкой частоты в диапазоне от 0 до 25 кГц (меандр). Исследовалось изменение пространственного сечения пучка и его интенсивность при изменении частоты управляющих импульсов. По техническим характеристикам лазерного источника света управление должно осуществляться импульсами уровня ТТЛ с частотой не выше 20 кГц. Наибольшая величина сигнала и наилучшая форма пятна (наиболее приближенная к квадрату) достигается в диапазоне частот до 100 Гц. Отдельный пик показателя имеется на частоте 5 кГц.

Как показал эксперимент, данная зависимость обуславливается особенностями штатного импульсного блока питания лазерного диода. Детальное исследование импульсного блока питания показало, что стробирование его выходного напряжения внешними ТТЛ импульсами (меандр) достигается при частоте до 100 Гц. При этом в силу отсутствия синхронизации генератора с кадровой частотой видеокамеры наблюдается плавная пульсация сигнала изображения пятна от нуля до максимума.

При повышении частоты стробирование выходного напряжения ухудшается и на выходе импульсного блока питания присутствует нестабилизированное напряжение с различным характером пульсаций, уровень которого возрастает и достигает максимума (примерно 1,5 В) на частоте 5 кГц. При дальнейшем увеличении частоты уровень этого нестабилизированного напряжения уменьшается практически до нуля на предельной частоте 23–25 кГц. Таким образом, устойчивая работа лазера в импульсном режиме подсветки обеспечивается в диапазоне рабочих частот управляющих ТТЛ импульсов до 100 Гц. В диапазоне управляющих ТТЛ импульсов в виде меандра от 200 до 20 кГц лазер фактически работает в непрерывном режиме. Изменение частоты управляющих импульсов в данном диапазоне приводит к изменению интенсивности непрерывного излучения.

При использовании телевизионной системы с программной синхронизацией вероятность правильного обнаружения сигнала составляет 58%, а вероятность сбоя, соответственно, 42%.

В импульсном режиме, синхронном с кадровым синхроимпульсом и изменялась длительность импульсов в пределах от длительности прямого хода кадровой развертки 19 мс до 2 мс. Контролировались осциллограммы импульсов запуска относительно КСИ и выходной сигнал источника питания, входящего в состав лазера. Фиксировались получаемые при этом изображения

лазерного пятна на расстоянии 1 м и осциллограммы сигналов. Оценивался уровень сигнала по суммарной величине отсчетов яркости в относительных единицах, внутри фиксированного окна, описывающего изображение лазерного пятна максимальных размеров.

Дополнительно исследовалась работа телевизионной системы с импульсной лазерной подсветкой, синхронной с КСИ, при управлении через транзисторный ключ на биполярном транзисторе. Снимались вольт-амперные характеристики лазерного модуля, питаемого через транзисторный ключ, в непрерывном режиме и импульсном режиме со скважностью 1, 2 и 4. Диапазон изменения напряжения до 4 В, тока до 2,5 А. Контролировались осциллограммы импульсов запуска и сигнал на выходе ключа при различных напряжениях питания ключевого каскада. Вольт-амперные характеристики показывают, что при питании через транзисторный ключ имеются потери тока от 25 до 45% по сравнению с непосредственным питанием от источника напряжения. Увеличение скважности импульсов запуска ведет практически к прямо пропорциональному уменьшению тока.

Вольт-амперные характеристики, снятые в диапазоне изменения входного напряжения до 4 В показывают, что компенсация уменьшения тока, происходящего при увеличении скважности импульсов запуска, может достигаться прямо пропорциональным увеличением входного напряжения. Как видно из осциллограмм, транзисторный ключ на биполярном транзисторе из-за наличия обратных токов при увеличении питающего напряжения начинает «подтекать» и не обеспечивает качественного запирающего диода на моменты отсутствия импульсов запуска. Данный вариант схемы обеспечивает возможность повышения напряжения питания в импульсе при соответствующем увеличении рабочего тока не более чем в 1,5–2 раза.

В импульсном режиме, синхронном с КСИ, при управлении через ключевой каскад на полевом транзисторе контролировались осциллограммы импульсов запуска и сигнал на выходе ключа при различных напряжениях питания ключевого каскада. Диапазон изменения напряжения до 4 В. Длительность импульса запуска устанавливалась минимально возможной в лабораторной установке $\tau \approx 250$ мкс. Ключ на ПТ обеспечивает более эффективное управление импульсным режимом лазерного диода в диапазоне напряжений питания от 1,8 до не менее 4,0 В, по сравнению с работой в аналогичном режиме схемы управления с ключом на БП, которая пригодна при напряжениях питания до 2–3 В. Осциллограммы показывают, что в момент запирающего транзисторного ключа формируется выброс напряжения, превышающий напряжение питания, что создает дополнительную нагрузку на лазерный диод.

При работе с меандром, эффективное управление достигается на 100–200 Гц, а также на частоте порядка 5 кГц. Вероятность правильного обнаружения сигнала в телевизионной системе с программной синхронизацией составляет 58%. Для устойчивой работы требуется аппаратная привязка синхроимпульсов. Для реализации схемы управления лазерным диодом лучше использовать ключи на полевом транзисторе. В импульсном режиме возможно

повышение мощности для лазерного диода примерно в 2 раза от номинальной, при соответствующем уменьшении скважности.

Литература

1. Рыжиков М.Б. Формирование и обработка изображений в лазерных системах видения: учеб. пособие. СпбГУ АП, 2013.
2. Мордасов В.И., Кузнецов В.И., Сазонникова Н.А. Использование лазерной подсветки для обнаружения подвижных объектов. Самарский гос. аэрокосмический ун-тет, 2006.