

Высокочастотный генератор наносекундных импульсов для накачки CuBr-лазера

Д. С. Чертихина, И. С. Мусоров

Научный руководитель: Е. В. Ярославцев, к.т.н., доцент
Томский политехнический университет

Лазеры на парах бромидов меди относятся к лазерам, работа которых возможно только в импульсном режиме [1]. В ряде задач необходимо получать высокие частоты следования импульсов генерации лазеров на парах бромида меди. Например, это связано с возможностью применения данного типа лазеров в качестве усилителей яркости при построении высокоскоростных активных оптических систем [2-4]. В работах [5,6] было показано, что для получения высоких частот следования импульсов генерации CuBr-лазера (до 1 МГц) необходимо реализовывать режим пониженного энерговклада в разряд.

Обеспечение режима пониженного энерговклада возможно двумя способами: уменьшением амплитуды и длительности импульсов накачки. Уменьшение амплитуды приводит к снижению эффективности возбуждения активной среды. Таким образом, наиболее эффективным способом реализации пониженного энерговклада в разряд является накачка CuBr-лазера короткими импульсами.

Получение импульсов накачки малой длительности возможно при использовании в качестве задающего генератора импульсных схем, построенных на лавинных транзисторах [7-10]. На рис. 1 представлена типовая схема автогенератора построенного на лавинном транзисторе ГТ338Б.

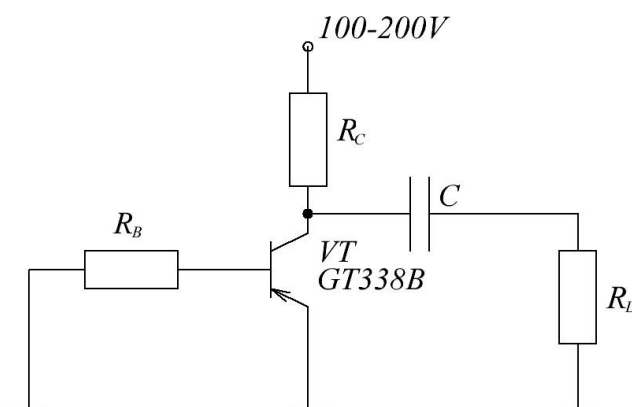


Рис. 1. Схема автогенератора наносекундных импульсов

На рис. 2 представлена осциллограмма напряжения на нагрузке R_L , при использовании следующих параметров: $R_L = 100 \text{ Ом}$, $R_B = 470 \text{ Ом}$, $R_C = 33 \text{ кОм}$ и $C = 33 \text{ нФ}$.

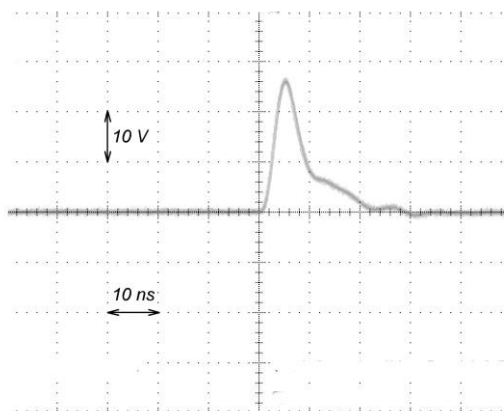


Рис. 2. Выходной импульс генератора на лавинном транзисторе ГТ338Б

Видно, что длительность импульса получаемого на нагрузке составляет 20 нс по основанию и порядка 6-7 нс по полувысоте. Частота выходных импульсов определяется величиной емкости конденсатора, значением резистора в цепи коллектора и напряжением питания. В данном случае напряжение, при котором схема работала в автоколебательном режиме, составляло порядка 95В, однако в целях повышения частоты работа осуществлялась при напряжении 145В. При таких параметрах схемы и питающего напряжения частота выходных импульсов составляла ≈ 1.3 МГц (рис. 3).

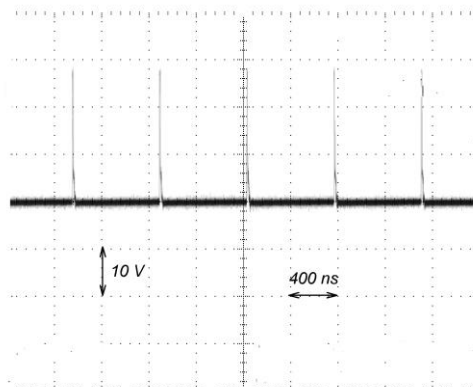


Рис. 3. Импульсы на нагрузке генератора на лавинном транзисторе

Для изучения физических процессов протекающих в активной среде CuBr-лазера, работающего при высоких частотах следования импульсов накачки, необходимо осуществлять накачку в двух режимах: импульсно-периодическом и цуговом. При работе лазера в импульсно-периодическом режиме необходимо осуществлять регулировку частоты следования импульсов накачки. В связи с этим целесообразно обеспечить работу схемы, представленной на рис. 1, в режиме ждущего генератора. Схема генератора наносекундных импульсов с внешним запуском показана на рис. 4. Параметры схема генератора на лавинном транзисторе соответствовали частоте 1.3 МГц, а длительность запускающих импульсов не превышала значения 400 нс, что необходимо для исключения ложного срабатывания лавинного транзистора в период действия запускающего импульса.

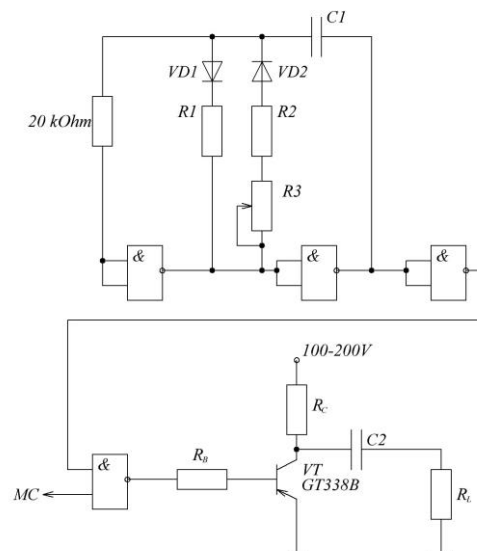


Рис. 4. Схема ждущего генератора наносекундных импульсов

На рис. 5 и 6 представлены осциллограммы запускающих импульсов (1) и импульсов на выходе генератора (2) при частотах следования 250 кГц и 1.3 МГц, соответственно.

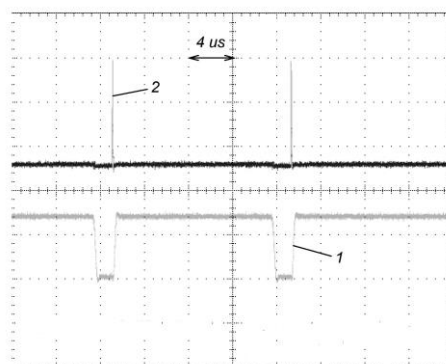


Рис. 5. Осциллограммы запускающих импульсов (1) и импульсов на выходе генератора (2) при частоте 250 кГц

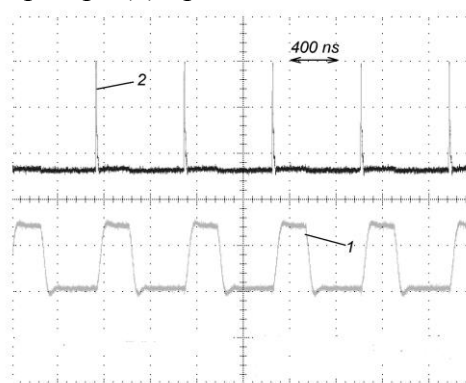


Рис. 6. Осциллограммы запускающих импульсов (1) и импульсов на выходе генератора (2) при частоте 1.3 МГц

Спроектированный генератор высокочастотных импульсов наносекундной длительности позволяет получать на выходе импульсы с частотой следования более 1.3 МГц и длительностью порядка 6-10 нс по полувысоте. Такие параметры запускающих импульсов позволяют обеспечить работу высокочастотного лазера на парах бромида меди в режиме пониженного энерговклада в разряд. А, следовательно, это позволит получать высокие частоты следования данного типа лазеров (до 1 МГц).

Литература:

- [1] Солдатов А.Н., Соломонов В.И. Газоразрядные лазеры на самоограниченных переходах в парах металлов. – Новосибирск: Наука, 1985. – 152 с.
- [2] Trigub, M.V., Agapov, N.A., Evtushenko, G.S., Gubarev, F.A. A computational algorithm for designing an active optical system with an image intensifier // Russian Physics Journal. – 2013. – V.56. - № 5. - P. 588-591.
- [3] Trigub, M.V., Shiyanov, D.V., Evtushenko, G.S. Amplifying characteristics of the active unit of a copper chloride laser with a built-in reactor // Russian Physics Journal – 2013. Vol.55. – №10. – PP. 1152 – 1156 doi: 10.1007/s11182-013-9937-3
- [4] Trigub M.V., Dashinimaeva E.Z., Evtushenko G.S. Object displacement measurement by laser monitor image processing. // Atmospheric and oceanic optics. 2013. V. 26. No. 10. P. 881-885 [in Russian]
- [5] Torgaev S. N. , Boychenko A. M. , Evtushenko G. S. , Shiyanov D. V. Simulation of a CuBr–Ne–HBr laser with high pump pulse repetition frequencies // Russian Physics Journal. - 2013 - Vol. 55 - №. 9. - p. 1039-1045
- [6] Нехорошев В. О. , Федоров В. Ф. , Евтушенко Г. С. , Торгаев С. Н. Лазер на парах бромида меди с частотой следования импульсов до 700 кГц // Квантовая электроника. - 2012 - Т. 42 - №. 10 - С. 877-879
- [7] Zbigniew B., Krzysztof C. Application of avalanche effect in transistors for shaping of the pulse driving diode laser// Opto-Electronic Review - 1996 - Vol.4 - №. 1/2. - p.58-61
- [8] Jinyuan L., Bing S., Zenghu C. High voltage fast ramp pulse generation using avalanche transistor // Review of Scientific Instruments. - 1998 - Vol. 69 - №. 8. - p. 3066-3067
- [9] Abd Rahman Tamuri, Noriah Bidin, Yaacob Mad Daud. Nanoseconds Switching for High Voltage Circuit Using Avalanche Transistors // Applied Physics Research. - 2009 - Vol. 1 - №. 2. - p. 25-29
- [10] R. Jacob Baker, Geogory T. Perryman, Philip W. Watts. A Fiber-Optically Triggered Avalanche Transistor // IEEE Transactions on instrumentation and Measurement. - 1991 - Vol. 40 - №. 3. - p. 649-652