

К.В. Гурков, Г.Э. Куликов, В.П. Лопасов

ПРОСТОЙ БИХРОМАТИЧЕСКИЙ ЛАЗЕРНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ

Исследована схема двухимпульсного бихроматического лазерного излучателя. Частоты и частотный интервал между компонентами бихроматического излучения могут удерживаться или квазинепрерывно перестраиваться в пределах ширины линии усиления активной среды $\Delta\nu$. Одновременность генерации импульсов в режиме модуляции добротности достигается за счет использования перекрестной электро-оптической обратной связи, а узкий спектр и перестройка частот излучения – за счет использования тонких эталонов Фабри–Перо.

Для зондирования атмосферы методами дифференциального поглощения и КР-спектроскопии требуется двухимпульсный двухчастотный лазерный излучатель с узким спектром и частотами генерации, перестраиваемыми в пределах контура линии поглощения атмосферных газов ($0,5 \text{ см}^{-1}$) [1]. Важными характеристиками при этом являются энергия, длительность и частота следования импульсов, поляризация излучения. При разработке таких излучателей обычно используются сложные оптические схемы с электрооптической модуляцией добротности (ЭОМД) и фотоэлектрической перекрестной обратной связью [2–4].

В настоящей статье рассматривается простой импульсный бихроматический излучатель (рисунок), состоящий из двух лазеров с электрооптической модуляцией добротности, связанных фотоэлектрической перекрестной положительной обратной связью.

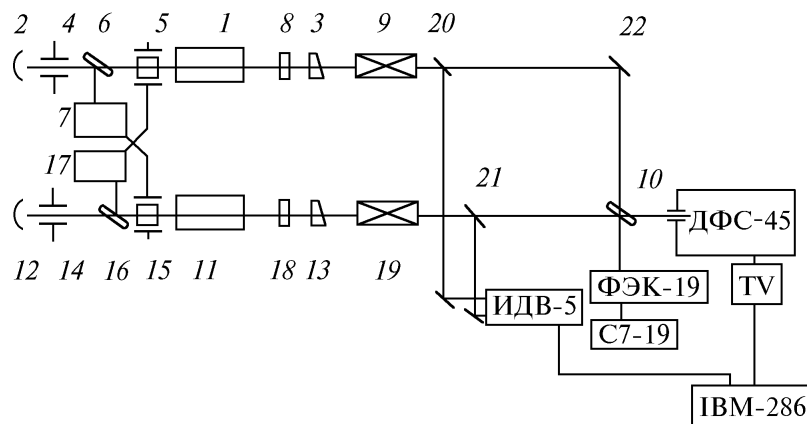


Рис. 1. Схема бихроматического лазерного излучателя

В качестве активных элементов 1, 11 использовались стержни 6 x 65 мм из алюмоната иттрия с контуром излучательной релаксации $\Delta\nu = 11 \div 12 \text{ см}^{-1}$ вблизи $\lambda = 1079,6 \text{ нм}$; добротность резонатора модулировалась активными затворами 5, 15 из танталата лития; частота излучения каждого из лазеров удваивалась в кристаллах KDP 9, 19.

Резонаторы лазеров состояли из глухих сферических зеркал 2, 12 с фокусным расстоянием $F = 1000 \text{ мм}$ и плоских полупрозрачных зеркал 3, 13 с коэффициентами отражения $R = 35$ и 50% ; длина каждого резонатора составляла 850 мм. Осевые моды резонатора выделялись диафрагмами 4, 14 диаметром 1,75 мм. Длины волн генерации устанавливались и перестраивались изменением угла наклона тонких эталонов Фабри–Перо 8, 18.

Излучение с рабочей поляризацией в каждом из резонаторов лазера выделялось поляризационными зеркалами *б, 1б*, а с нерабочей – заводилось теми же зеркалами на быстродействующие *p-i-n* – фотодиоды ключевых схем *7, 17*, управляющих электрооптическими затворами. Оставшееся после удвоителей ИК-излучение ($\lambda \approx 1079,6$ нм) заводилось зеркалами *20, 21* на высокоточный двухканальный измеритель длин волн ИДВ-5 для контроля длин волн генерации. Пучки излучения вторых гармоник сводились в один при помощи зеркал *10, 22* и направлялись в спектрограф ДФС-452 для грубого контроля частоты и спектра генерации. Прошедший через спектральный прибор световой поток регистрировался телекамерой с трубкой типа <суперкремникон>. Информация с ИДВ-5 и телекамеры обрабатывалась на персональном компьютере IBM-286.

В отличие от [2–4] для реализации электрооптической перекрестной обратной связи использовались ключевые схемы, допускающие регулировку глубины обратной связи только за счет изменения напряжений смещения на электрооптических затворах. Ключевые схемы *7, 17*, через которые на затворы поступало высокое напряжение, располагались в непосредственной близости от обоих электрооптических модуляторов. Два быстродействующих *p-i-n* – фотодиода включались в каждую схему таким образом, что при их освещении с электрооптического затвора снималось высокое напряжение и затвор открывался. Порог срабатывания каждой из схем регулировался индивидуально; управлялись ключевые схемы излучением <нерабочей> поляризации, ответвленной поляризационными зеркалами *б, 1б* так, что ЭОМД лазерного канала *2* управлялась излучением канала *1*, и наоборот.

В первой гармонике регистрировались: приблизительно – совпадение импульсов генерации при помощи согласованной пары *p-i-n* – фотодиодов, нагруженных на триггерную схему, и точно – длина волны генерации каждого лазера при помощи измерителя длин волн ИДВ-5.

Во второй гармонике: приблизительно – спектр бихроматического излучения при помощи спектрографа ДФС-452; ширина спектра излучения при помощи интерферометра Фабри–Перо с базой 20 мм; и точно – временные параметры излучения при помощи скоростного фотоэлемента ФЭК-19 и осциллографа С7-19.

Настройка генераторов в каждом из каналов сводилась к обычной юстировке излучателей в режиме свободной генерации, после чего включались схемы управления ЭОМД и подбирались (вблизи четвертьволнового) начальные напряжения на затворах. В результате достигалась синхронизация импульсов генерации не хуже 10 нс. Совпадение импульсов сохранялось без дополнительных настроек не менее трех часов. Подбором напряжений на электрооптических затворах в пределах 50 В и (или) регулировкой уровней накачек лазеров можно было плавно изменять временной интервал между обоими импульсами в пределах 0 – 150 нс.

Параметры излучения, полученные при исследовании описанной схемы бихроматического лазерного излучателя, приведены ниже.

Активная среда лазеров	алюмолат иттрия
Область перестройки частот лазерного бихроматического излучателя, см ⁻¹	
первых гармоник	9256 ÷ 9265
вторых гармоник	18512 ÷ 18530
Рабочий интервал между частотами бихроматического излучения, см ⁻¹	0 – 9
Ширина спектра излучения 2-х гармоник, см ⁻¹	0,02
Частота следования импульсов, Гц	12,5
Длительность импульса, нс	25
Погрешность синхронности импульсов генерации двух частот излучателя, нс	10
Временной интервал между импульсами генерации, нс	0 ÷ 150
Суммарная энергия* в импульсах двух частот второй гармоники, мДж	2
Направление поляризации	параллельное

Исследованная схема бихроматического излучателя продемонстрировала стабильную синхронизацию импульсов генерации обоих лазеров. Следует также отметить, что электри-

* Не зависит от временного интервала между импульсами генерации.

ческая часть исследованной схемы более компактна и более надежна в связи с отсутствием хрупких и громоздких ФЭУ.

1. Межерис Р. // Лазерное дистанционное зондирование. М.: Мир, 1987. 550 с.
2. Воробьев Н.С., Коноплев О.А. // Квантовая электроника. 1991. Т. 18. N 5. С. 576–578.
3. Воробьев Н.С., Коробкин В.В. // Труды ФИАН. 1985. Т. 155. С. 200–202.
4. Воробьев Н.С., Коноплев О.А. // Квантовая электроника. 1991. Т. 18. N 3. С. 292–294.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
Томск

Поступила в редакцию
12 октября 1994 г.

K.V. Gurkov, G.E. Kulikov, V.P. Lopasov. **Ordinary Bichromatic Laser Emitter.**

Construction of two-pulse bichromatic laser emitter is treated in the paper. Emission frequencies and frequency range can be stabilized or quasi-continuously tuned within linewidth of $\Delta\nu$ active medium amplification.

Synchronization of the pulses generation at Q-switching is reachable due to electrooptical cross feedback, whereas narrow spectrum and frequencies tuning—due to use of Fabry–Perot thin etalons.