

## УПРАВЛЯЕМЫЙ МОНОИМПУЛЬСНЫЙ ЛАЗЕР НА НЕОДИМОВОМ СТЕКЛЕ

А. М. Духовный, Д. С. Прилежаев, Б. М. Седов и Б. Д. Чепурнов

Исследован моноимпульсный ОКГ на неодимовом стекле, управляемый внешним сигналом.

Рассмотренные управляемые ОКГ с фототропным затвором позволяют избежать использования многокаскадных усилителей бегущей волны и используются для синхронизации нескольких моноимпульсных ОКГ с фототропными затворами.

В работах [1-6] сообщалось о возможности построения мощных моноимпульсных одночастотных и одномодовых лазеров на рубине, управляемых внешним сигналом от маломощного задающего лазера, излучение которого обладает требуемыми спектральными и пространственными характеристиками. Одночастотный режим управляемого лазера с частотой, совпадающей с частотой задающего лазера наблюдается в случае, когда

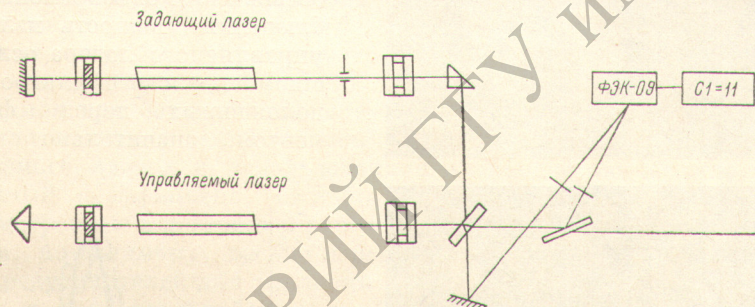


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

излучение задающего лазера вводилось в управляемый через короткое время после включения его добротности, недостаточное для развития собственных типов колебаний (ТК) [2-6].

Представляет интерес рассмотреть возможность построения подобных схем одномодовых лазеров на неодимовом стекле. Нами был исследован моноимпульсный лазер на неодимовом стекле, управляемый внешним сигналом. Было показано, что управляемый лазер воспроизводит не только спектр задающего лазера, но и его пространственные характеристики, в частности, угловое распределение излучения.

Экспериментальная установка показана на рис. 1. Модуляция добротности резонаторов осуществлялась фототропными затворами (плоскопараллельные стеклянные кюветы, заполненные раствором полиметинового красителя 3955 в нитробензоле), активными элементами служили одинаковые стержни из стекла ГЛС-2, диаметром 20 мм, длиной — 260 мм. Для селекции поперечных ТК в задающий генератор вводилась диафрагма диаметром 2—3 мм. Одночастотный режим генерации получался за счет использования для модуляции добротности фототропного затвора. Длины резонаторов были одинаковы и составляли — 1 м. Во втором генераторе



никаких мер по селекции ТК не предпринималось. Управляющее излучение вводилось в него через его выходное зеркало, представлявшее собой стопу из двух плоскопараллельных стеклянных пластин. При этом использовалась незначительная часть излучения задающего лазера, отраженная одной поверхностью стеклянной пластины, расположенной перед стопой.

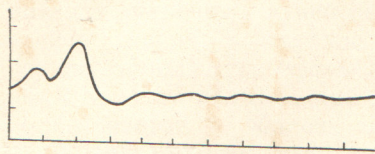


Рис. 2. Оциллограмма моноимпульсов управляющего и управляемого лазеров, снятая с экрана осциллографа С1-11 (амплитуда второго импульса ослаблена перед ФЭК-09 в  $\sim 10^3$  раз).

При наличии связи между генераторами момент возникновения импульса излучения управляемого генератора оказывается жестко связанным с моментом возникновения импульса в управляющем. Это иллюстрируется

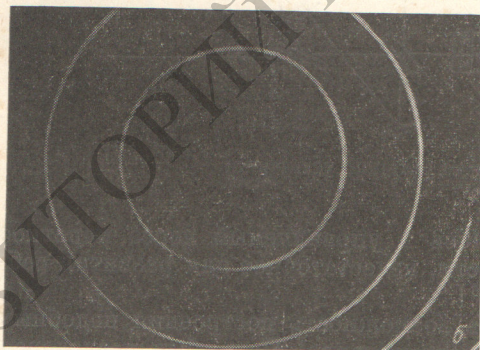
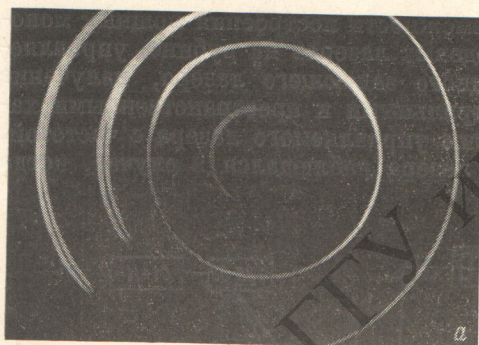


Рис. 3. Интерферограммы спектров излучения: *a* — управляемый в отсутствие связи между лазерами, *b* — при наличии связи. Справа спектр задающего лазера, слева — управляемого.

осциллограммой (рис. 2), зарегистрированной фотоэлементом ФЭК-09 на экране осциллографа С1-11. Первый пикок на этой осциллограмме соответствует импульсу задающего лазера, второй — управляемого. Для обеспечения одновременного наблюдения мощность излучения управляемого лазера ослаблена с помощью светофильтров, расположенных перед фотоэлементом, значительно больше

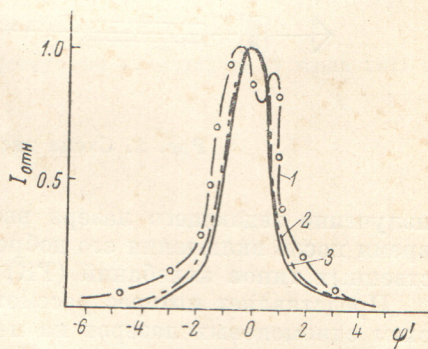


Рис. 4. Диаграммы направленности излучения: 1 — управляемый лазер в отсутствие связи (режим самосрабатывания), 2 — задающий лазер, 3 — управляемый лазер при наличии захвата.

( $\sim 10^3$  раз), чем мощность импульса управляющего генератора. Из сравнения осциллограмм, полученных в отсутствие управляющего излучения и при его наличии, можно сделать вывод о сокращении времени развития импульса управляемого генератора во втором случае. Спектры генерации задающего и управляемого генераторов исследовались одновременно с помощью интерферометра Фабри—Перо с базой 30 мм. Для одновремен-



ной регистрации спектров направления распространения исследуемых лазерных пучков формировались таким образом, чтобы соответствующие им спектры оказались в различных секторах интерферограммы. Наблюдавшиеся интерферограммы спектров излучения генерации показаны на рис. 3, а и б. Видно, что в отсутствие связи между генераторами спектры их излучения не совпадают, спектр второго лазера состоит из нескольких компонент. При наличии связи спектр управляемого лазера точно воспроизводит спектр задающего.

На рис. 4 показаны угловые распределения исследуемого лазера при наличии связи с задающим и без нее, на том же рисунке приведено угловое распределение излучения задающего генератора. Видно, что при наличии связи между генераторами, управляемый лазер воспроизводит угловое распределение излучения задающего. При изменении диаграммы направленности задающего генератора, например, при увеличении диаметра селективной диафрагмы или небольшой разъюстировке резонатора, соответствующие изменения наблюдаются и в диаграмме направленности управляемого лазера. В случаях, когда расширения поперечного сечения пучка задающего генератора не производилось, излучение управляемого лазера занимало все его поперечное сечение (20 мм). При согласовании апертур задающего и управляемого генераторов с помощью соответствующего телескопа, угловое расхождение управляемого лазера уменьшалось в соответствии с соотношением апертур, однако в этом случае в результате уменьшения плотности управляющего излучения режим захвата оказывался менее устойчивым.

Поскольку время развития импульса управляемого генератора при наличии внешнего сигнала существенно сокращается по сравнению с временами развития самопроизвольно возникающих импульсов, собственные ТК в нем, по-видимому, развиваться не могут. При этом излучение управляемого лазера должно быть когерентно с излучением задающего.

Энергия излучения управляемого лазера определяется моментом возникновения импульса и не зависит от энергии управляющего импульса. Необходимая для захвата плотность мощности управляющего излучения составляла величину  $\sim 2 \cdot 10^5$  вт/см<sup>2</sup>. Максимальная энергия излучения управляемого лазера в использованной установке составляла  $\sim 7$  дж. Полученный коэффициент усиления по энергии составлял  $(2 \div 3) \cdot 10^3$ .

Рассмотренные в настоящей работе управляемые лазеры с фототропным затвором, по-видимому, весьма перспективны для использования в качестве предусилителей для усиления весьма слабых моноимпульсных сигналов, т. к. позволяют избежать использования громоздких многокаскадных или многопроходовых усилителей бегущей волны, кроме того, такие устройства могут быть использованы для синхронизации нескольких моноимпульсных лазеров с фототропными затворами.

Авторы выражают благодарность А. А. Маку за интерес к работе и полезные обсуждения, В. А. Фромзелю и В. И. Устюгову за полезные обсуждения, А. Д. Старикову за предоставление красителя фототропного затвора и ценные консультации.

#### Литература

- [1] В. Н. Soffer, В. В. McFarland. *Apl. Phys. Lett.*, 8, 166, 1966.
- [2] А. Н. Бондаренко, К. Г. Фолин, В. А. Смирнов, В. В. Анциферов. *Письма ЖЭТФ*, 6, 642, 1967.
- [3] А. Н. Бондаренко, Г. В. Кривошеков, В. А. Смирнов. *ЖЭТФ*, 56, 1815, 1969.
- [4] А. Н. Бондаренко, Г. В. Кривошеков, В. А. Смирнов, К. Г. Фолин. *ЖЭТФ*, 55, 1968.
- [5] А. Н. Бондаренко, Г. В. Кривошеков, В. А. Смирнов. *Письма ЖЭТФ*, 9, 100, 1969.
- [6] Ю. П. Виногин, Л. Н. Гнатюк, В. Л. Никашин, В. К. Сахаров, В. К. Тарасов, В. Я. Царфин. *Опт. и спектр.*, 28, 168, 1970.