

ГЕНЕРАЦИЯ УКИ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1.54 МКМ ЛАЗЕРОМ НА ЭРБИЕВОМ СТЕКЛЕ С ПАССИВНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ДОБРОТНОСТИ

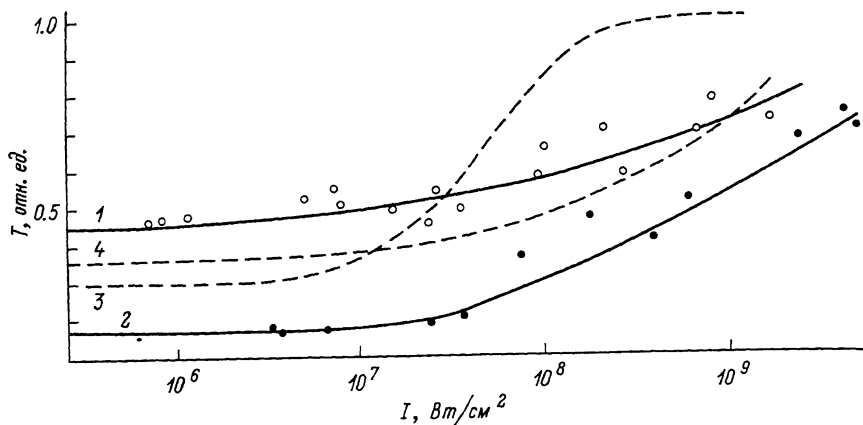
А.А. И ш е н к о, И.Г. К у ч м а, А.А. М а к,
В.Г. М а с л о в, А.Г. М у р з и н, Е.Г. П и в и н с к и й,
Д.С. П р и л е ж а е в, В.А. Ф р о м з е л ь

До последнего времени режим УКИ в лазерах с длиной волны излучения 1.5 ... 2 мкм не мог быть осуществлен из-за отсутствия обратимо просветляющихся сред с малыми временами релаксации ($\lesssim 10^{-10}$ с) и длинноволновой границей резонансных электронных переходов, расположенной далее 1.3 мкм. Недавно предложенная в [1] фототропная среда для этой области спектра на Z_4 -центрах в KCl из-за большого времени релаксации не может быть использована для получения режима самосинхронизации мод. В [2] нами сообщалось об обнаружении среди красителей полиметинового и фталоцианинового рядов веществ, обратимо просветляющихся под действием лазерного излучения с длиной 1.54 мкм, ввиду чего эти вещества могут служить пассивными затворами для лазеров на эрбиевом стекле.

В данной работе впервые сообщается о получении режима УКИ в лазере на эрбиевом стекле, излучающем на переходе $^4 1_{13/2} - ^4 1_{15/2}$ ионов Er^{3+} ($\lambda = 1.54$ мкм) при использовании в качестве просветляющихся сред веществ, предложенных в [2].

Кривые насыщения этих веществ, измеренные на длине волны 1.54 мкм, представлены на рисунке. Измерения проводились с помощью лазера УКИ на неодимовом стекле с ВКР-преобразованием излучения с $\lambda = 1.06$ мкм, $\tau_{инн} = 10^{-11}$ с в область 1.54 мкм на сжатом метане. Из сравнения кривых насыщения исследуемых красителей для $\lambda = 1.54$ мкм и известных красителей для $\lambda = 1.06$ мкм № 3955 ($\tau_{рел} = 40$ пс) и № 3281 ($\tau_{рел} = 3$ пс) [3], имеющих сечения поглощения близкие к исследованным нами красителям ($\sim 10^{-16}$ см²), можно заключить, что времена релаксации у обоих классов новых красителей не превышают 10^{-11} с.

Режим пассивной синхронизации мод получен нами в лазере на иттербий-эрбиевом фосфатном стекле с ламповой накачкой, в котором были приняты меры, необходимые для исключения паразитной селекции мод. Активный элемент диаметром 6 мм и длиной 80 мм с концентрацией $3 \cdot 10^{19}$ см⁻³ ионов Er^{3+} и $2 \cdot 10^{20}$ см⁻³ ионов Yb^{3+} со скошенными под углом 3° и просветленными торцами размещался в одноламповом цилиндрическом кварцевом посеребренном осветителе. Резонатор длиной 1 м был образован двумя плоскими зеркалами на клиновидных подложках с отражением $R_1 = 99.5\%$ и $R_2 = 70\%$. Внутри резонатора вблизи „глухого“ зеркала под углом Брюстера размещалась плоскопараллельная кювета с раствором



Зависимости нелинейного пропускания от падающей плотности мощности излучения. 1 и 2 - кривые насыщения фталоцианинового (1) и полиметинового (2) красителей на длине волны $\lambda = 1.54$ мкм; 3 и 4 - кривые насыщения красителей № 3955 и 3281 соответственно на длине волны $\lambda = 1.06$ мкм по данным из [3].

исследуемого красителя. Толщина кюветы составляла 1 мм, начальное пропускание затвора $T = 0.7$. Специальных мер для подавления высших поперечных мод не предпринималось. Длительность импульса накачки составляла $1.5 \cdot 10^{-3}$ с.

Осциллографический контроль цугов самосинхронизованных импульсов эрбиевого лазера осуществлялся лавинным германиевым фотодиодом ЛФД-2. Измерение длительности одиночных импульсов в цуге проводилось с помощью скоростной камеры АГАТ-СФ (паспортное разрешение 2 пс) после удвоения частоты излучения (1.54 мкм \rightarrow 0.77 мкм) на кристалле $LiIO_3$. Измерялись длительность импульсов из нарастающей части цуга.

В большинстве случаев возникновение цугов УКИ наблюдалось после появления пиков свободной генерации при энергиях накачки в 1.1 ... 1.7 раза выше пороговой, т. е. в условиях т.н. „двойного порога“ [4]. Воспроизводимость цугов УКИ составляла не менее 75%, в остальных случаях наблюдалась только свободная генерация. Следует отметить, что во всех случаях при установке в резонаторе исследуемых пассивных затворов длительность пиков свободной генерации заметно сокращалась. Особенностью наблюдавшихся цугов УКИ в лазере на эрбиевом стекле по сравнению с лазером на неодимовом стекле является весьма значительная их длительность - до 10 мкс. Длительность наблюдавшихся одиночных УКИ в цуге составляла при использовании полиметиновых красителей ~ 7 пс.

Необходимо отметить высокую стабильность параметров исследованных пассивных затворов на основе красителей фталоцианинового ряда.

Предварительные эксперименты показали, что путем замены растворителя максимумы полос поглощения у обоих классов исследованных красителей могут быть смещены в инфракрасную область вплоть до 1,9 мкм, что дает возможность использовать данные пассивные затворы в лазерах с длиной волны генерации до 2 мкм.

Л и т е р а т у р а

- [1] П а р ф и а н о в и ч И.А. – Изв. АН СССР, сер. физич., 1985, т. 49, с. 1954.
- [2] И ш е н к о А.А., К у ч м а И.Г., М а с л о в В.Г. и др. Тезисы докладов У Всес. конф. „Оптика лазеров-87“, Л., 1986, с. 156.
- [3] П р о х о р е н к о В.И., М е л и ш у к М.В., Т и х о н о в Е.А. – ЖТФ, 1981, т. 51, с. 955.
- [4] Н ь ю Г. – ТИИЭР, 1979, т. 67, с. 51.

Поступило в Редакцию
18 сентября 1987 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 1 12 января 1988 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕКЦИОНИРОВАННОГО СВЧ-ГЕНЕРАТОРА С РЕЛЯТИВИСТСКИМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ¹

В.Л. Б р а т м а н , В.П. Г у б а н о в , Г.Г. Д е н и с о в ,
С.Д. К о р о в и н , С.Д. П о л е в и н ,
В.В. Р о с т о в , А.В. С м о р г о н с к и й

Наиболее существенная трудность на пути повышения мощности релятивистских электронных СВЧ-генераторов (при сохранении когерентности сигнала) заключается в обеспечении селекции мод в сверхразмерных электродинамических системах генераторов [2]. Одним из направлений решения указанной проблемы может служить совмещение в одном СВЧ-приборе одномодового задающего генератора, имеющего относительно малое поперечное сечение и возбуждаемого сравнительно малой частью электронного пучка (первый каскад), а также мощного выходного устройства большого поперечного сечения, в котором при взаимодействии с основной частью электронного пучка происходит усиление сигнала (второй каскад). При этом излучение задающего генератора определяет частоту и поперечную структуру излучения в выходном устройстве. В качестве задающего генератора и выходного устройства могут использоваться

¹ Предварительные результаты работы доложены на У1 Всесоюзном симпозиуме по сильноточной электронике [1].