

ПИКОСЕКУНДНЫЙ ЛАЗЕР НА КРАСИТЕЛЕ С ПЕРЕСТРОЙКОЙ
ДЛИНЫ ВОЛНЫ ГЕНЕРАЦИИ ДО 1,425 МКМ

В. А. Бабенко, М. А. Кудинова ^{ж)}, В. И. Малышев,
Ю. Л. Сломинский ^{ж)}, А. А. Сычев, А. И. Толмачев ^{ж)}

УДК 621.382

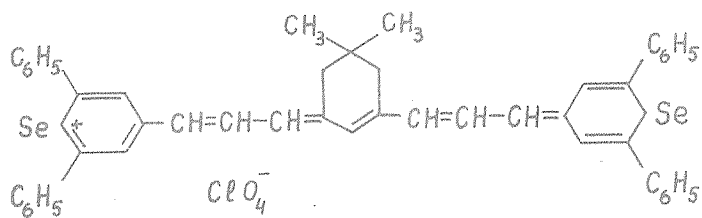
Осуществлена накачка ИК-лазера на растворе красителя № 3493-у путем пикосекундных импульсов от лазера на неодимовом стекле. Перестройка длины волны ИК-излучения лазера вплоть до $\lambda = 1425$ нм является максимально достигнутой в настоящее время для лазеров на красителях.

Систематические исследования полиметиновых красителей открывают пути создания стабильных органических соединений для ИК-диапазона длин волн /1/. Вместе с тем в квантовой электронике наметился интерес к источникам пикосекундных импульсов длинноволнового диапазона /2,3/.

В настоящей работе мы сообщаем о получении пикосекундных импульсов генерации лазера, перестраиваемого в диапазоне 1215-1425 нм, на основе нового полиметинового красителя. Синхронная накачка лазера на красителе осуществлялась путем пикосекундных импульсов лазера на неодимовом стекле /4/.

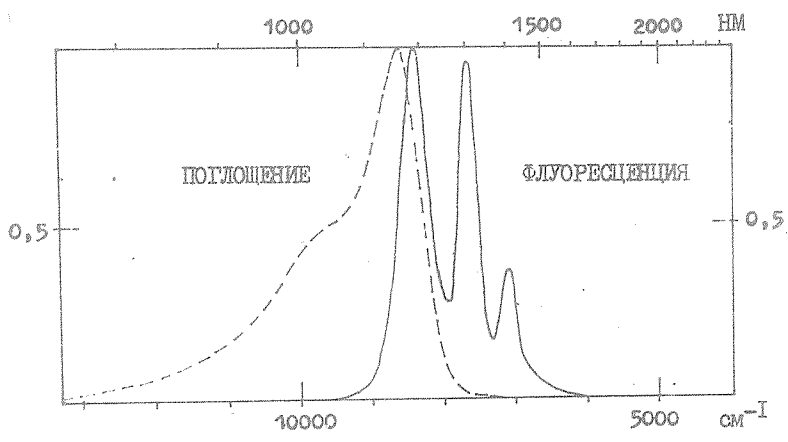
В качестве активной среды использовался нитробензольный раствор впервые синтезированного красителя № 3493-у со следующей структурной формулой:

^{ж)} Институт органической химии Академии наук УССР, г. Киев.



Спектр поглощения раствора этого красителя в нитробензоле приведен на рис. 1. Поглощение достигает максимума при $\lambda = 1160$ нм. На длине волны накачки $\lambda = 1060$ нм краситель № 3493-у обладает значительным поглощением с сечением $\sigma = 3,5 \cdot 10^{-16}$ см².

Спектр флуоресценции раствора красителя № 3493-у в нитробензоле (рис. 1) исследовался методом синхронного детектирования при использовании в качестве источника возбуждения непрерывного неодимового лазера на иттрий-алюминиевом гранате с длиной волны излучения $\lambda = 1064$ нм. Измеренный квантовый выход флуоресценции раствора нового красителя составил $\varphi = 1,1 \cdot 10^{-3}$.

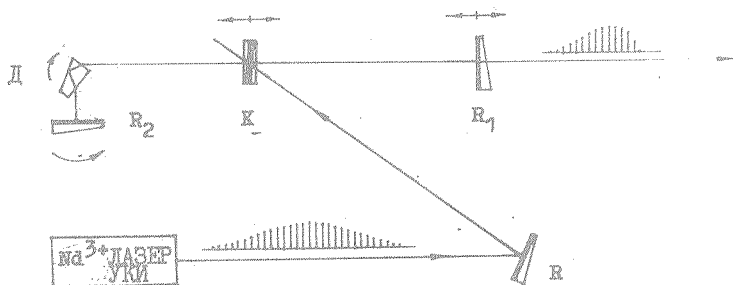


Р и с. 1. Спектр поглощения $\sigma(\lambda)$ и флуоресценции, пропорциональной числу испущенных квантов в единицу времени и в единичном спектральном интервале, раствора красителя № 3493-у в нитробензоле. (Значения максимумов кривых нормированы на единицу)

12.12.1982

Схема экспериментальной установки лазера на красителе изображена на рис. 2. Источником синхронной накачки этого лазера служил ОКГ на неодимовом стекле с пассивным затвором на основе раствора быстрорелаксирующего красителя № 3282-у /5/. Излучение этого задающего генератора, собранного по линейной схеме, представляло собой пуч одиночных на аксиальном периоде ультракоротких импульсов (УКИ) со средней длительностью по всему пути равной 6 пс. Контроль временного хода излучения осуществлялся скоростным фотоэлектронным регистратором с предельным временным разрешением 1 пс. Средняя по пути длительность возбуждающих импульсов определялась по автокорреляционной методике с использованием генерации второй гармоники. Пространственная расходимость излучения генератора соответствовала излучению аксиальных мод типа TEM_{00q} . С помощью делительного зеркала R с коэффициентом отражения равным 90%, излучение направлялось на кивету K с раствором красителя № 3493-у в нитробензоле.

Оптический резонатор лазера на красителе был образован диэлектрическим плоским зеркалом R_1 с коэффициентом отражения равным 90% в спектральном диапазоне длин волн от 1000 нм до 1500 нм и "глухим" плоским золотым зеркалом R_2 . Кивета K располагалась в центре резонатора для осуществления режима синхронной накачки: на ней одновременно происходило перекрытие импульсов возбуждения и импульсов генерации, отраженных от зеркала резонатора. Оптическая длина резонатора лазера на красителе равнялась удвоенной длине резонатора возбуждающего генератора.



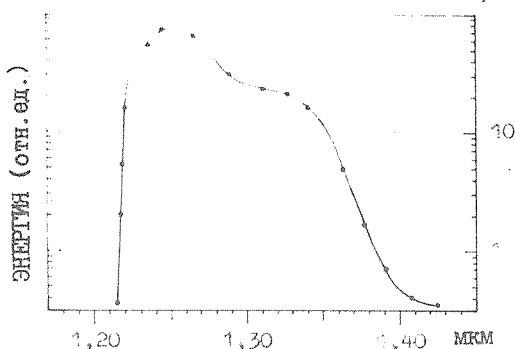
Р и с. 2. Схема экспериментальной установки ИК-лазера на красителе

Точная подстройка длины резонатора лазера на красителе и положения кюветы К производилась с помощью перемещения выходного зеркала R_1 и кюветы К. Толщина кюветы К составляла 1 мм при концентрации красителя № 3493-у равной $C = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Плавная перестройка длины волны излучения лазера на красителе достигалась за счет поворотов "глухого" зеркала или дисперсного элемента Д – видоизмененной призмы Аббе из тяжелого флинта ТФ-10.

На рис. 3 приведена зависимость выходной энергии лазера на новом красителе для различных длин волн излучения. Как видно, плавная перестройка генерации была получена в спектральном диапазоне от 1215 нм до 1425 нм. Генерация на столь большой длине волны (до 1425 нм) является рекордной в настоящее время и, с нашей точки зрения, получена впервые. Общий ход спектральной зависимости выходной энергии излучения для данного лазера находится в соответствии со спектром флуоресценции, при учете реабсорбции красителя. Максимальная выходная энергия достигалась на длине волны 1250 нм.

Настоящая работа не ставила оптимизацию параметров излучения лазера, поэтому полученный коэффициент преобразования излучения по энергии ($\approx 0,1\%$), по нашему мнению, может быть увеличен.



Р и с. 3. Выходная энергия (в относительных единицах) лазера на красителе № 3493-у для различных длин волн генерации

Временной ход излучения лазера на красителе, накачиваемого цугом УКИ неодимового лазера, представлял собой типичную картину излучения лазера с синхронной накачкой и имел вид последовательности ультракоротких импульсов, огибающая которых имела обостренный передний фронт.

Применение синхронной накачки пикосекундными импульсами открывает возможность создания лазеров на красителях с субпикосекундной длительностью излучения в ИК-области спектра. Эта особенность в сочетании с широкой областью спектральной перестройки излучения представляется крайне перспективной для применения в квантовой электронике.

Поступила в редакцию
14 октября 1982 г.

Л и т е р а т у р а

1. Ю. Л. Сломинский и др., Украинский хим. журнал, 43, 838 (1978).
2. K. Kato, Appl. Phys. Lett., 33, 509 (1978).
3. W. Kranitzky, B. Kopainsky, W. Kaiser, Opt. Commun., 36, 149 (1981).
4. Л. Д. Деркачева и др., Оптика и спектроскопия, 26, 1051 (1969).
5. В. А. Бабенко и др., Письма в ЖЭТФ, 25, 366 (1977).