

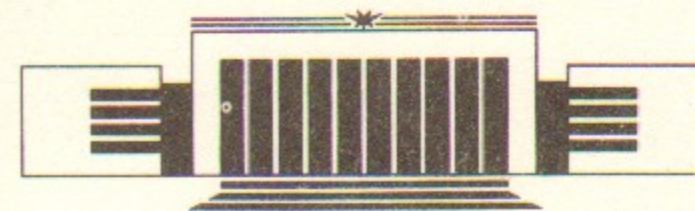


ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

Б.А. Князев, П.И. Мельников

**ДИНАМИКА СПЕКТРОВ ГЕНЕРАЦИИ
ЛАЗЕРОВ НА РАСТВОРАХ КУМАРИНА-1
И ОКСАЗИНА-17, НАКАЧИВАЕМЫХ
ИМПУЛЬСНЫМИ ЛАМПАМИ**

ПРЕПРИНТ 90-133



НОВОСИБИРСК

Динамика спектров генерации лазеров
на растворах кумарина-1 и оксазина-17,
накачиваемых импульсными лампами

Б.А. Князев, П.И. Мельников
Институт ядерной физики
630090, Новосибирск 90, СССР

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследований динамики спектров генерации лазеров на красителях при накачке излучением быстро затухающего LC-разряда полостной импульсной лампы ИФПП-7000. Длительность импульсов генерации составляла около 10 мкс для растворов оксазина-17 и около 6 мкс для растворов кумарина-1. Ширина спектра генерации достигала по основанию 4 нм в случае оксазина-17 и 3.8 нм в случае кумарина-1. Приведены данные о скорости фотохимической деградации обоих красителей. Приведен пример использования широкополосных лазеров в экспериментах по измерению напряженности электрического поля в мегавольтном вакуумном диоде мощного электронного ускорителя У-1 методом активной штарковской спектроскопии.

© Институт ядерной физики СО АН СССР

Лазеры на красителях благодаря их широкой номенклатуре позволяют получать генерацию в диапазоне от 340 до 850 нм. Каждый конкретный краситель допускает возможность перестройки длины волны генерации с помощью селективных элементов в интервале порядка десятков нм [1], причем ширина полосы генерации, в зависимости от устройства лазера, может составлять 0.001—0.02 нм [2]. В некоторых задачах, однако, появляется необходимость иметь в течение нескольких микросекунд интенсивное излучение в некотором достаточно широком интервале длин волн. В этом случае использование селективных элементов недопустимо. Поэтому, выбрав подходящий для данного диапазона краситель, точную подстройку спектра можно осуществить либо изменением концентрации раствора, либо варьированием коэффициента пропускания выходного зеркала.

Известно, однако, что в процессе генерации спектр может смещаться, а ширина полосы генерации изменяться. Особенно заметно это явление при накачке импульсными лампами в микросекундном диапазоне. Причинами этого могут быть появление полосы наведенного триплет-триплетного поглощения, возникающие термические неоднородности и изменение коэффициента усиления с изменением мощности накачки [1]. Общих закономерностей такого смещения не существует, и для каждого красителя динамика спектра должна быть изучена экспериментально. В настоящей работе мы исследовали лазеры на оксазине-17 и кумарине-1, которые хорошо подходят для каскадной накачки уровня 4D атома лития через промежуточное 2P-состояние.

Эксперименты проводились с лазерами, изготовленными на основе полостных импульсных ламп ИФПП-7000. Стеклокювета с внутренним диаметром 8 мм (для оксазина) или 5 мм (для кумарина) располагалась вдоль оси полости. Между кюветой и внутренней стенкой

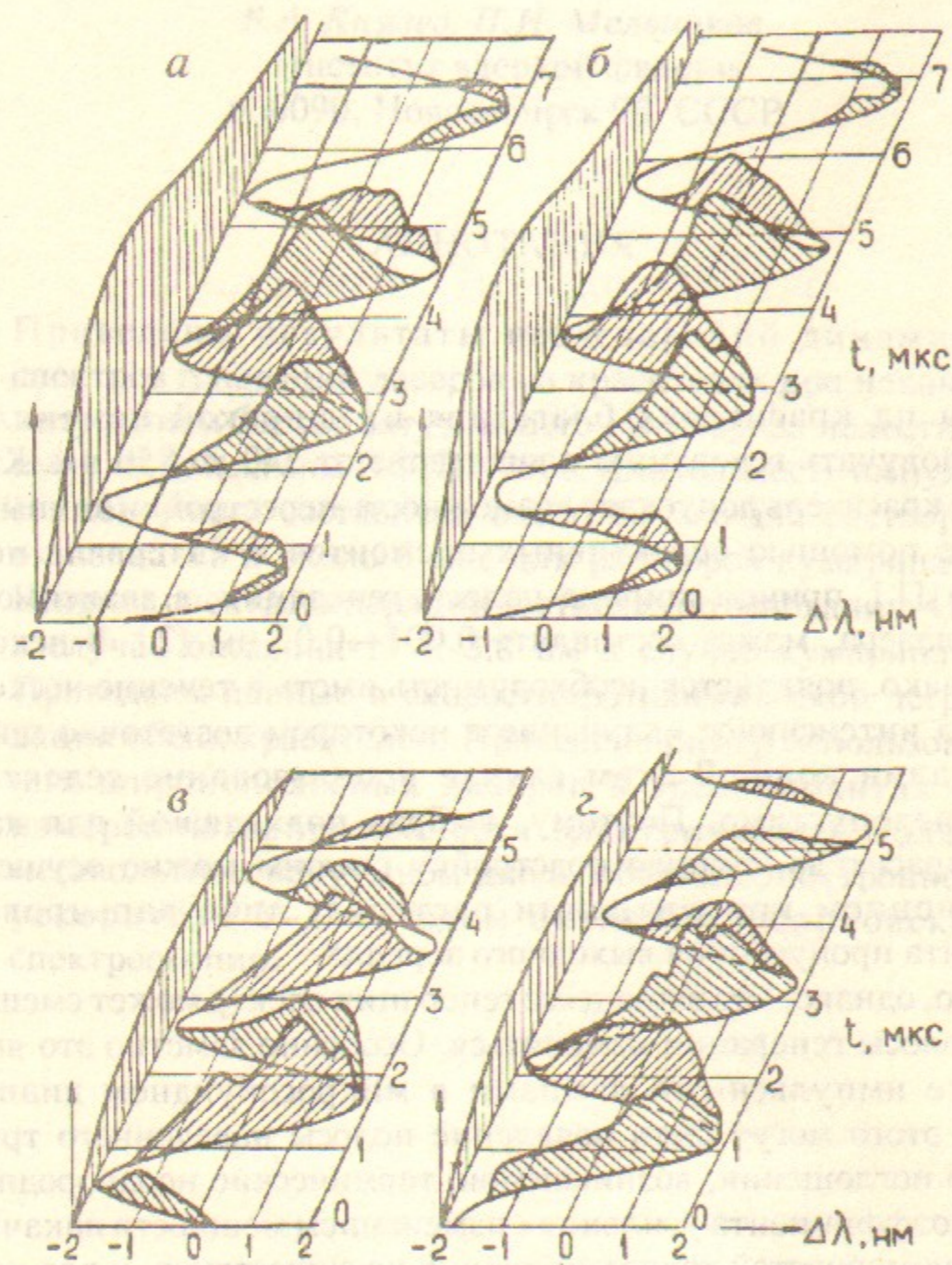


Рис. 1. Динамика спектров генерации в двух последовательных импульсах растворов оксазина-17 концентрацией 0.18 мМ/л (а, б) и кумарина-1 концентрацией 0.43 мМ/л (в, г).

лампы прокачивалась вода. Растворы красителей в этаноле полным объемом 1 литр также прокачивались между импульсами. Юстировочные устройства с зеркалами и системы прокачки были такие же, как в [3]. Напряжение до 14 кВ подавалось на ИФПП-7000 с помощью разрядников с конденсаторов емкостью 4 мкФ. Энергия генерации со свежими растворами могла достигать 500 мДж для оксазина и 60 мДж для кумарина. Излучение лазеров рассеивалось фторопластовым отражателем и с помощью оптической системы собиралось на входной щели монохроматора МДР-23. Спектр регистрировался с временным разрешением либо девятиканальной волоконно-оптической сборкой с блоком фотоумножителей, либо диссектором ЛИ-602, на управляющие пластины которого подавалась синусоида с частотой 0.5 МГц. Сигналы регистрировались и обрабатывались с помощью АЦП Ф-4226 (шаг по времени — 50 нс) и микроЭВМ МС-1212.

На рис. 1 представлены результаты, полученные с помощью диссектора для случаев, когда длины волн лазеров наиболее подходили для накачки атомов лития. Нулевая длина волны на графиках соответствует линиям поглощения лития: 2S-2P (670.8 нм) в случае оксазина и 2P-4D (460.3 нм) в случае кумарина. Видно, что генерация оксазина в начале импульса возникает при больших длинах волн («правее» на несколько нанометров), а затем спектр смещается в нужную область и через 5 мкс вновь уходит вправо. Таким образом, хотя длительность импульса генерации оксазина составляет 10 мкс, накачка нижнего перехода лития может осуществляться только в течение 5 мкс. Если есть необходимость в более длительной накачке, необходимо принудительно фиксировать длину волны селективным резонатором. Спектр генерации кумарина более стабилен и практически не смещается в течение импульса. Ширина спектров довольно велика и достигает по основанию 4 нм для оксазина и 3.8 нм для кумарина.

Для практического использования важным параметром является стабильность генерации от импульса к импульсу. Раствор оксазина-17 использовался в наших экспериментах в течение нескольких месяцев при средней частоте срабатывания 15—20 импульсов в день. Раствор кумарина существенно менее стабилен и требовал достаточно частой замены. На рис. 2 приведена зависимость энергии генерации растворов кумарина в кварцевой кювете от номера выстрела. Для ускорения эксперимента полный объем раствора составлял лишь 50 мл. Видно, что при объеме раствора 1 литр можно ожидать, что энергия генерации упадет вдвое примерно через 50 импульсов, что и наблюдалось в действительности. В последующих экспериментах по возбуждению флуоресценции лития для увеличения времени жизни раствора кварцевая кювета

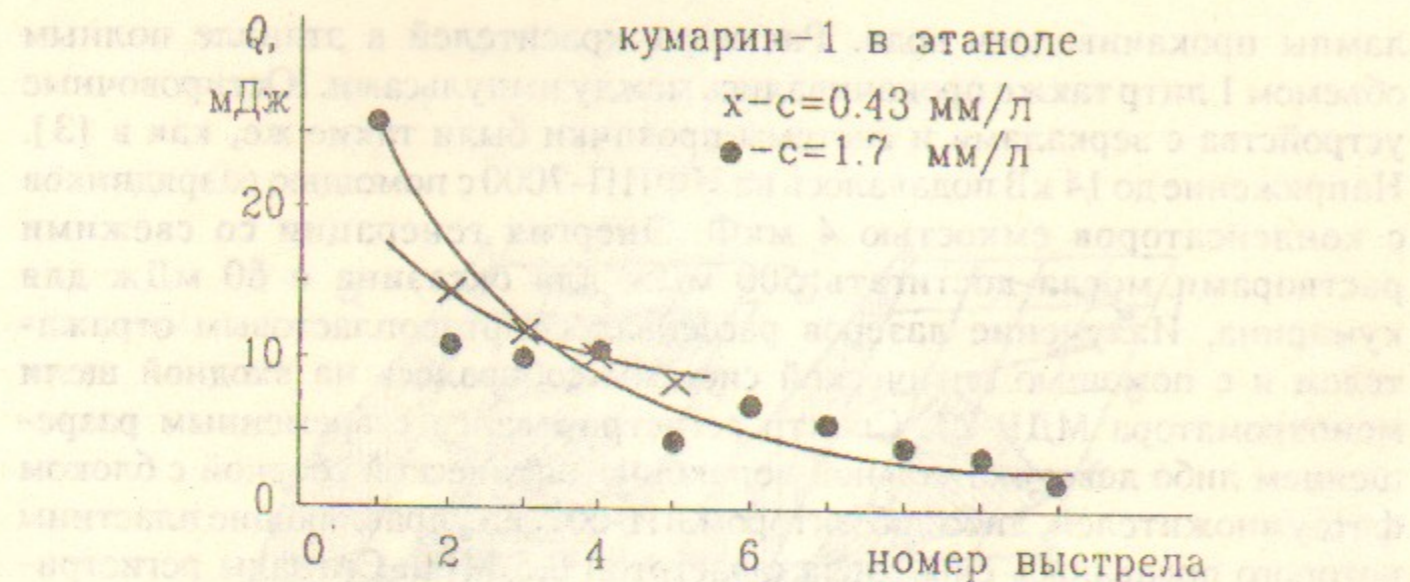


Рис. 2. Зависимость энергии генерации растворов кумарина-1 в этаноле от номера импульса при энергии в конденсаторах 300 Дж: крестики — $C = 0.43$ мМ/л, кружки — $C = 1.7$ мМ/л.

была заменена на стеклянную, что еще в несколько раз повысило устойчивость раствора на кумарине.

Лазеры, описанные выше, использовались в качестве источников накачки атомного пучка лития, инжектируемого в вакуумный диод ускорителя У-1 [4]. На графитовый катод диаметром 18 см подавался от генератора Фитча импульс напряжения — 0.9 МВ. Электроны из образующейся на катоде плазмы ускоряются в сторону анодной фольги, расположенной на расстоянии 6 см. Расширяющиеся анодная и катодная плазмы уменьшают эффективное межэлектродное расстояние. Абсолютное значение величины напряженности локального электрического поля определялось методом активной штарковской спектроскопии [5]. Уровень атома лития с главным квантовым числом $n = 4$ расщепляется в электрическом поле на 6 подуровней, которые возбуждались широкополосной генерацией лазера на кумарине-1 (совместно с лазером на оксазине-17). Величина смещения по спектру наблюдаемых компонент спонтанной флуоресценции с этого уровня позволяет вычислить величину электрического поля. Измеренные в описанном эксперименте [6] значения поля лежали в интервале 160—290 кВ/см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазеры на красителях/Ред. Ф.П. Шефер. М.: Мир, 1976.
2. Рябов С.Г., Торонкин Г.Н., Усольцев И.Ф. Приборы квантовой электроники.—М.: Радио и связь, 1958.
3. Князев Б.А., Лебедев С.В., Фокин Е.П. // Квантовая электроника.— 1983.—Т.10, вып.2.—С.276.
4. Воропаев С.Г., Князев Б.А., Койдан В.С. и др. // Письма в ЖТФ.— 1986.—Т.13, вып.7.—С.431.
5. Knyazev B.A., Lebedev S.V., Melnikov P.I. // Proc. 12th Internat. Conf. on Phenomena in Ionized Gases.—Budapest.—1985.—V.2.—P.1004.
6. Chikunov V.V., Knyazev B.A., Melnikow P.I., Nikiforov A.A. // Proc. 8th Internat. Conf. on High-Power Particle Beams, Novosibirsk, 1990.—World Scientific.—1990.—Singapore.—V.1.—P.305.

Б.А. Князев, П.И. Мельников

**Динамика спектров генерации лазеров
на растворах кумарина-1 и оксазина-17,
накачиваемых импульсными лампами**

Ответственный за выпуск: С.Г. Попов

Работа поступила 23 ноября 1990 г.

Подписано в печать 27.11 1990 г.

Формат бумаги 60 × 90 1/16. Объем 0,7 печ.л., 0,6 уч.-изд.д.

Тираж 200 экз. Бесплатно. Заказ № 133.

Ротапринт ИЯФ СО АН СССР, г. Новосибирск, 90.