

(диметиламиностирил-4*H*)-пирана (DCM). Молярный коэффициент поглощения для исследованных соединений составляет, как и у DCM, 40000-45000 л·моль⁻¹·см⁻¹ в зависимости от растворителя, а максимумы спектров поглощения и флуоресценции сдвинуты на 35-40 нм в длинноволновую область спектра. Однако если DCM достаточно эффективно флуоресцирует и генерирует в растворителях различной природы (квантовый выход флуоресценции порядка 50 % в метаноле и 80 % в диметил-сульфоксиде), то введение фторированных заместителей приводит к сильному падению интенсивности флуоресценции в полярных растворителях (в 10-20 раз) и, как следствие, к исчезновению генерационной способности. Эффективность генерации этих веществ в слабополярных растворителях и полиметилметакрилатной матрице - 35-45 %, диапазон перестройки генерации 50-70 нм.

Наиболее характерной особенностью соединения III является исключительная чувствительность флуоресцентных характеристик к полярности среды. Так, при переходе от неполярного бензола ($\epsilon=2.3$) к полярному ацетонитрилу ($\epsilon = 37.5$) максимум спектра флуоресценции сдвигается в длинноволновую область на 60 нм, а квантовый выход флуоресценции уменьшается от 28 до 0.3 %. При этом спектры поглощения III в этих двух растворителях отличаются незначительно. Эффективность лазерной генерации при использовании этого красителя в 5 раз ниже, чем для производных DCM.

Приводится сравнительная оценка нелинейно-оптических свойств изученных соединений.

ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕНЕРАЦИИ НОВЫХ КУМАРИНОВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

В.В. Тарковский, С.С. Ануфрик

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, г. Гродно

В настоящее время развитие лазерной техники и появление новых источников накачки позволяет более детально изучить механизм генерации излучения сложными молекулами и проводить дальнейшее совершенствование известных и поиск новых лазерных сред. Проведенные в последнее время исследования показывают, что для некото-

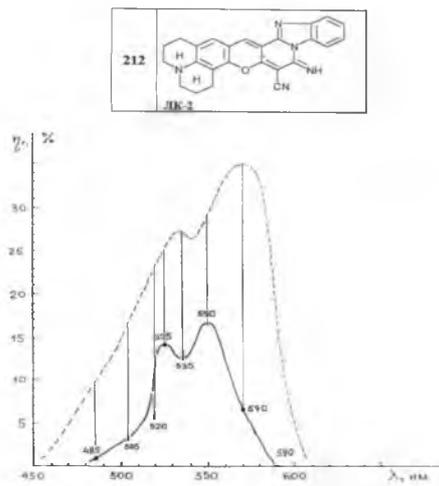
рых красителей при накачке импульсами наносекундной длительности наблюдается аномальная зависимость эффективности генерации от длины волны возбуждающего излучения [1]. Однако было неясно, наблюдается ли такая зависимость для других классов красителей и при других временных режимах возбуждения, каков механизм данного явления.

Анализ литературных источников показывает, что подобные исследования проводились лишь при возбуждении импульсами наносекундной длительности на далеко разнесенных длинах волн накачки [2]. Авторами [1] реализована возможность возбуждения раствора ПОПОП в пределах первой полосы поглощения, при плавной перестройке длины волны накачки. Позднее подобные исследования были проведены и для некоторых других органических красителей (кумарин 120, перилен, нафталимиды) [3]. В этих работах показано, что на длинноволновом крыле спектра поглощения эффективность генерации возрастает по мере увеличения коэффициента поглощения, достигает максимума и затем медленно спадает. Выяснено, что указанная закономерность имеет место при больших интенсивностях накачки, больших концентрациях растворов и в высокодобротных резонаторах. Отмечается, что значительное влияние на наблюдаемые в экспериментах эффекты оказывают наведенные потери в канале возбужденных триплетных и синглетных уровней. Другие, наоборот, показывают, что влияние поглощения накачки в системе возбужденных S-S- и T-T-состояний на характер зависимости эффективности генерации от длины волны накачки невелико.

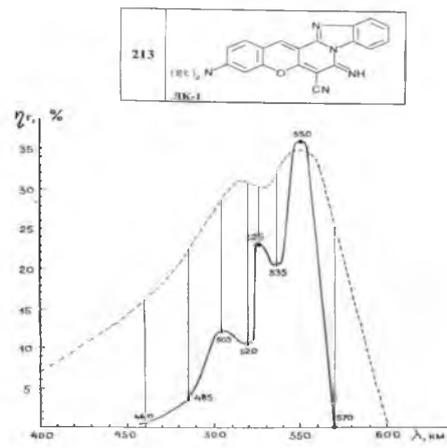
В представленной работе проведены исследования по возбуждению растворов красителей излучением лазера на красителях с ламповой накачкой микросекундной длительности [4]. Показано, что при микросекундных импульсах возбуждения к.п.д. генерации вначале возрастает при увеличении плотности энергии возбуждения, а затем начинает уменьшаться. Во всех случаях оптимальная плотность энергии возбуждения составляет $\sim 2-4$ Дж/см². К.п.д. генерации для этанольного раствора родамина 6Ж при длительности импульса накачки ~ 1 мкс достигает ~ 36 %. Как известно из литературы, максимальный к.п.д. на этанольном растворе родамина 6Ж при возбуждении наносекундными импульсами излучения с $\lambda=530$ нм достигается при плотности мощности излучения 20-40 Мвт/см², причем в оптимальных условиях к.п.д. определяется потерями излучения накачки и генера-

ции в канале возбужденных синглетных уровней [5]. Сравнение экспериментальных данных полученных при микросекундном возбуждении с результатами для наносекундного возбуждения показывает, что при оптимальных плотностях энергии накачки и возбуждении импульсами длительностью ~ 1 мкс реализуются практически такие же к.п.д., как при наносекундном возбуждении. Эти данные, а также равенство порогов начала и окончания генерации в лазере-преобразователе на родамине 6Ж при оптимальных условиях накачки показывает, что за время генерации не появляется дополнительных зависящих от времени потерь и это позволяет предположить, что в оптимальных условиях возбуждения генерации импульсами длительностью ~ 1 мкс потери связанные с поглощением молекулами в канале возбужденных триплетных уровней и продуктами фотохимических превращений играют второстепенную роль по сравнению с потерями в канале возбужденных синглетных уровней.

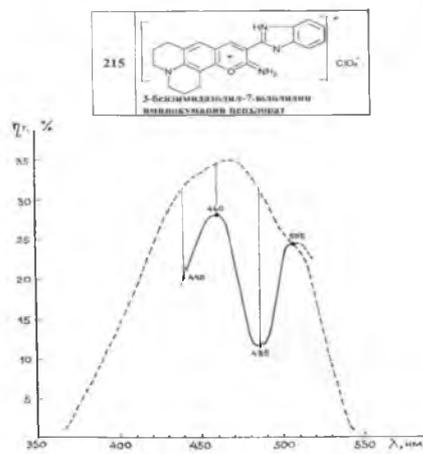
Подтверждением могут служить результаты исследования зависимости эффективности генерации новых кумариновых красителей от спектрального состава излучения накачки при возбуждении импульсами микросекундной длительности. Возбуждение проводилось в пределах основной полосы поглощения этанольных растворов ряда новых кумаринов, а также родамина 6Ж. Результаты эксперимента представлены на рис. 1. Из анализа представленных зависимостей видно, что для всех используемых в эксперименте красителей обнаружена аномальная зависимость эффективности генерации, а также спектральных характеристик от длины волны накачки, которая выражается в том, что к.п.д. генерации по мере изменения длины волны возбуждающего излучения вначале возрастает, а затем вблизи максимума полосы поглощения падает с последующим ростом на длинноволновом склоне. Спектры генерации при этом обнаруживают соответствующее смещение, причем длинноволновая граница их не меняется. При увеличении длины волны накачки происходит расширение генерируемой полосы в область коротких длин волн на 10-12 нм, а в области провала наблюдается двухполосная генерация. Такая же двухполосная генерация наблюдается и в случае некоторых бихромовых соединений. В спектрах эффективности генерации таких бихромовых соединений имеются два характерных провала (рис. 1 б). Результаты экспериментов показывают, что для объяснения данного эффекта требуется проведение дальнейших исследований по детальному выясне-



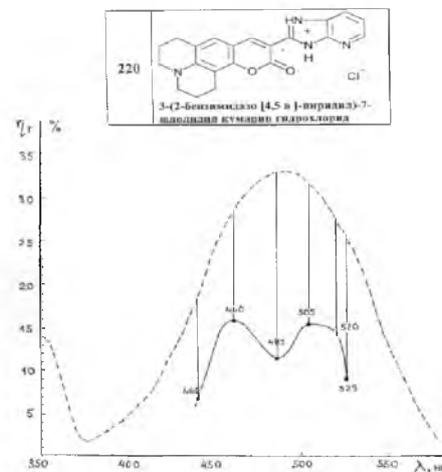
a



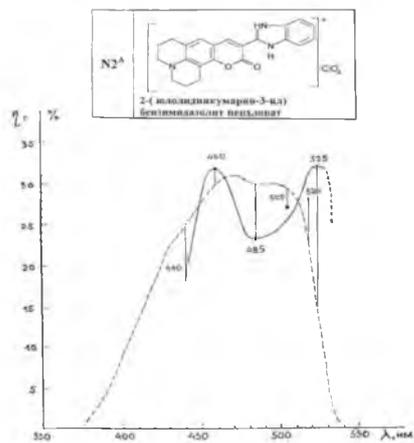
б



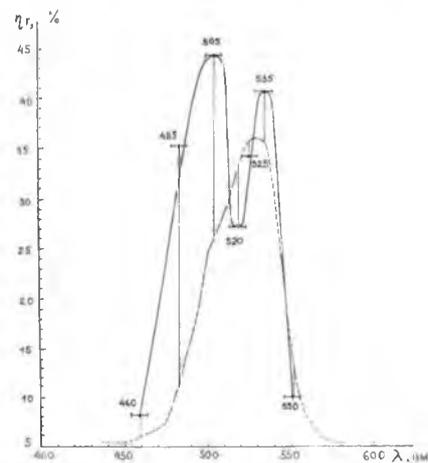
в



г



д



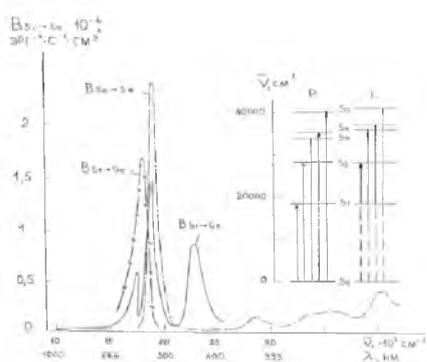
е

Р и с. 1. Зависимости эффективности генерации этанольных растворов исследованных красителей от длины волны накачки

нию механизма аномального поведения генерационных характеристик органических красителей. Имеющиеся литературные данные [6]

о спектральных характеристиках поглощения в канале возбужденных синглетных уровней для этанольных растворов некоторых кумариновых, родаминовых и оксазиновых красителей соответствуют сделанному предположению.

На рис. 2 представлены спектры коэффициента Эйнштейна для поглощения в канале возбужденных синглетных уровней $B_{S_1 \rightarrow S_n}(\nu)$, а также для поглощения из основного состояния $B_{S_0 \rightarrow S_n}(\nu)$, и люминесценции $B_{S_1 \rightarrow S_0}(\nu)$ для раствора родамина 6Ж, полученные из экспериментальных данных [6]. Сравнение спектрального хода потерь в канале возбужденных синглетных уровней с зависимостью к.п.д. генерации родамина 6Ж от длины волны возбуждения (рис. 1 е) объясняет полученную аномальную зависимость от спектрального состава накачки при возбуждении импульсами микросекундной длительности. Логично предположить, что и для других классов соединений аномальная зависимость эффективности генерации от длины волны накачки может быть объяснена наличием спектральных потерь в канале возбужденных синглетных уровней.



Р и с. 7. Спектры коэффициентов Эйнштейна для поглощения в канале возбужденных синглетных уровней $B_{S_1 \rightarrow S_n}(h)$, для поглощения из основного состояния $B_{S_0 \rightarrow S_n}(h)$, и люминесценции $B_{S_1 \rightarrow S_0}(h)$ для раствора родамина 6Ж, полученные из экспериментальных данных

Таким образом, аномальная зависимость генерационных характеристик красителей кумаринового, родаминового и других классов от спектрального состава и длительности возбуждающего излучения вероятно связана со структурой спектров возбужденного синглет-синглетного поглощения и спектров поглощения короткоживущих продуктов фотовозбуждения. Выяснение влияния указанных характеристик позволит обеспечить оптимальный подбор спектров накачки и повысить эффективность и стабильность спектральных характеристик лазерных систем на красителях микросекундного и наносекундного диапазона длительностей.

1. Грузинский В. В., Кухто А. В., Хон Бен И. // ЖПС. - 1993. - Т.58, № 1-2. - С. 162-165.

2. Абакумов Г. А., Воробьев С. А., Подольская Л. С. и др. // Optica Acta. - 1977. - Vol. 23, № 1. - P. 71-76.
3. Kukhto A. V., Galkin V. V., Shakkah G. H. // Proc. SPIE. - 1998. - Vol. 3573. - P. 46-48.
4. Батище С. А., Мостовников В. А., Тарковский В. В. // Квант. электроника 1995. - Т. 22, № 7. - С. 651-652.
5. Батище С. А., Ганжа В. А., Мостовников В. А. и др. // ЖПС. - 1983. - Т. 39, № 6. - С. 934-938.
6. Батище С. А., Ганжа В. А., Мостовников В. А. и др. // Тезисы докладов III Всесоюзной конф. "Лазеры на основе сложных органических соединений и их применение". - Мн., 1980. - С. 233-235.

СПЕКТРАЛЬНО-АНИЗОТРОПНЫЕ СВОЙСТВА АКТИВНЫХ СРЕД ЛАЗЕРОВ НА КРАСИТЕЛЯХ

В. А. Чернявский, Л. Г. Пикулик, А. Ф. Гриб

Институт молекулярной и атомной физики НАН Беларуси, г. Минск

Изучение амплитудной и фазовой анизотропии возбужденных растворов красителей интенсивно проводилось и проводится в настоящее время, поскольку такие молекулярные системы используются в качестве активных сред лазеров и усилителей, а также как фототропные затворы для получения импульсов излучения нано-, пико- и фемтосекундной длительности. При этом особое внимание уделяется изучению фазовой анизотропии, так как возбужденная молекулярная система обладает в оптическом отношении свойствами одноосного кристалла [1, 2].

В настоящей работе на основе анализа поляризации зондирующего излучения с помощью параметров Стокса исследованы спектральные закономерности разности показателей преломления обыкновенной и необыкновенной волн ($\Delta n = n_o - n_e$) вязких растворов красителей (родамин 6G и 4C) и 3,6-тетраметилдиаминофталимида при возбуждении в видимой и ультрафиолетовой областях спектра поглощения. На примере раствора родамина 6G в глицерине показано, что при возбуждении в видимой области спектра поглощения ($\lambda_B = 532$ нм) спектральная зависимость Δn отрицательна в полосе флуоресценции и положительна в видимой полосе поглощения. При возбуждении в ультрафиолетовой области спектра поглощения ($\lambda_B = 354$ нм) спектральная зависимость Δn положительна в полосе флуорес-