

Минимизируя затем по μ' выражение $\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{j=1}^{N_2} [\ln t_j - (\mu - \mu')]^2$ и считая найденный параметр ошибки не зависящим от температуры, имитационным моделированием на ЭВМ, можно определить параметры распределения (4) при нормальных условиях.

Исходные данные и результаты оценки временной стабильности пленок β -Та, полученных методом высокочастотного плазменного распыления в атмосфере аргона при давлении $3,99 \cdot 10^{-1}$ Па и отожженных на воздухе при температуре 350°C в течение 1 ч, следующие:

b, r^{-1}	$d, \text{Å}$	$\sigma_d, \text{Å}$	$E_a, \text{ЭВ}$	$\sigma_{E_a}, \text{ЭВ}$	T, K	σ_T, K	σ	$\mu + \mu'$	μ'	μ_{T_n}
$0,113 \cdot 10^{15}$	1500	100	1,22	0,015	448	5	0,57	4,67	0,95	20,45

ЛИТЕРАТУРА

1. Сыноров В. Ф. и др. Физические основы надежности интегральных схем.— М., 1976.
2. Fischer J. S.— In: Proc. 1968 Electron. Compon. Conf., 1968, p. 229.
3. Welter J.-M., Witt I.-D.— Metal. Trans. A, 1981, v. 12A, p. 1877.
4. Борздов В. М.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 1, физ., мат. и мех., 1982, № 2, с. 8.
5. Rao C. Advanced Statistical Methods in Biometric Research.— New York, 1952.

Поступила в редакцию
14.03.83.

Кафедра радиофизики

УДК 541.144.8 : 541.49

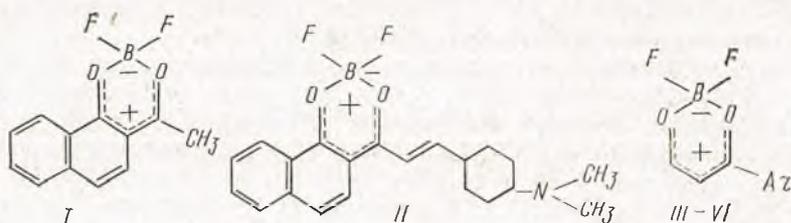
КБЕУ ХАК ТУАН

ФОТОУСТОЙЧИВОСТЬ БОРСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Органические комплексы бора обладают сравнительно сильным поглощением в сине-зеленой области спектра и хорошо люминесцируют при возбуждении их в длинноволновую полосу поглощения.

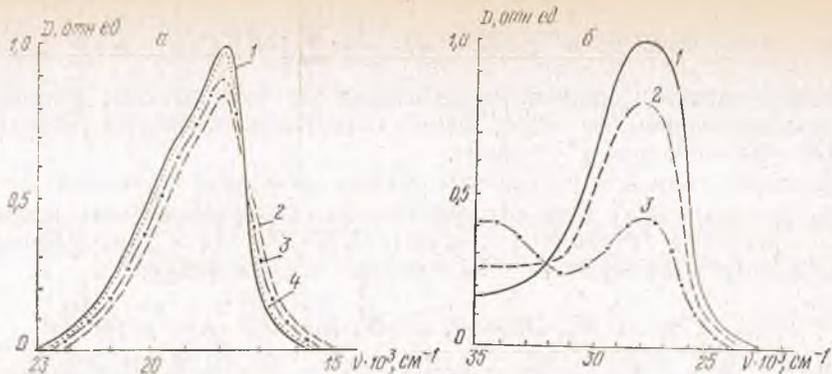
Применение их в качестве красителя или активных сред в генераторах требует необходимости изучения их фотоустойчивости.

С этой целью в настоящей работе исследуется фотоустойчивость ряда борсодержащих комплексных соединений: 2, 2-дифтор-4-метилнафто [2, 1-с] — 1, 3, 2-диоксаборина (I), 2, 2-дифтор-4-(4-диметиламиностирил) нафто [2, 1-с] — 1, 3, 2-диоксаборина (II) и 2, 2-дифтор-4-арил-1, 3, 2-диоксаборинов (III — VI).



где Ar = Ph (III), 2-нафтил (IV), 4-MeOPh (V), 4-PhPh (VI)

Регистрация спектров поглощения растворов указанных борсодержащих органических комплексов (I — VI) и наблюдение их изменений при облучении осуществлялось спектрофотометром «Specord UVVIS-M 40». При изучении фотоустойчивости растворов соединений I, III — VI облучение производилось ртутной лампой мощностью 1000 Вт в основную полосу электронного спектра поглощения через светофильтр, выделяющий область длин волн 365 нм. Освещение раствора вещества II прово-



Спектры поглощения раствора веществ II (а) и VI (б) в толуоле и его изменение в результате облучения:

1 — спектр раствора до начала облучения; 2, 3 — спектры раствора через 5, 44 (а) и 19, 50 (б) мин после начала облучения; 4 — спектр раствора через 30 мин после прекращения облучения

дилось на частоте 19500 см^{-1} непрерывным излучением аргонового лазера в связи с принадлежностью первой полосы поглощения к синей области спектра. На рисунке показаны длинноволновые полосы электронного поглощения толуольных растворов соединений II, VI в результате облучения их указанными световыми потоками.

Растворителями, используемыми при исследовании фотоустойчивости красителей, служили толуол и диметилформамид, в которых в отсутствие облучения молекулы борсодержащих комплексов оказываются наиболее устойчивыми.

Для изучаемых соединений рассчитан квантовый выход фотореакции: $\Phi = N_{\text{прореаг. мол}} / N_{\text{погл. кван. света}}$. Число прореагировавших молекул рассчитывали по изменению оптической плотности раствора по формуле $n_0 - n = n_0(1 - e - \Delta t / \tau_e)$, где n — число нераспавшихся молекул после фотореакции; n_0 — число молекул необлученного раствора; Δt — время облучения; τ_e — время, за которое оптическая плотность уменьшается в e раз.

Число поглощенных раствором квантов света рассчитывалось по формуле: $I_0 - I = I_0(1 - e^{-D})$, где I — число прошедших слой раствора квантов в секунду; I_0 — число попадающих квантов на образец в секунду; D — оптическая плотность необлученного раствора на длине волны облучения.

Определение числа падающих на раствор квантов осуществлялось по методике, предложенной в [1], которая позволяет определить число квантов с погрешностью 15%. В качестве антиметрического вещества использовалась соль $\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

В толуоле растворы исследуемых борсодержащих комплексов обладают хорошей люминесценцией, и при отсутствии облучения наблюдалось сохранение контуров поглощения с течением времени. Засветка в длинноволновую полосу электронного спектра поглощения толуольного раствора соединений I, IV вызывает лишь малое уменьшение интенсивности полосы поглощения. Для вещества II (см. рисунок, а) за большое время облучения вначале обнаруживается незначительное падение максимума длинноволновой полосы поглощения, затем восстанавливается начальная интенсивность этой полосы, причем существует изобестическая точка на частоте 17500 см^{-1} , лежащая на длинноволновом склоне основной полосы поглощения. Наблюдаемое явление объясняется нами как результат разложения молекул II за счет нагревания раствора под действием сильного излучения аргонового лазера.

Засветка раствора соединения VI (см. рисунок, б) в толуоле вызывает уменьшение интенсивности основной полосы электронного спектра поглощения вплоть до ее полного исчезновения. В спектрах поглощения

растворов вещества VI видна изобестическая точка на коротковолновом склоне основной полосы, что характеризует разложение молекул комплекса на отдельные части. Аналогичная картина наблюдается для толуольных растворов соединений III, V при облучении их в основную полосу поглощения.

Значение квантового выхода фотореакции борсодержащих органических комплексов

Растворитель	Вещество			
	III	IV	V	VI
Толуол	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$< 10^{-6}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$
Диметилформамид	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$

В таблице приведены только значения квантового выхода фотореакции для растворов соединений III — VI. Значения квантового выхода фотореакции растворов в толуоле борсодержащих комплексов I, II, IV оцениваются меньше 10^{-6} . Молекулы III, V, VI в используемых растворителях разлагаются под воздействием интенсивного излучения, однако ввиду очень малого значения квантового выхода фотореакции можно считать, что они практически устойчивы в толуоле и диметилформамиде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паркер С. Фотолюминесценция растворов.— М., 1972.

Поступила в редакцию
25.11.83.

Кафедра спектроскопии и квантовой электроники

УДК 517.938

Б. С. КАЛИТИН

К УСТОЙЧИВОСТИ КОМПАКТНЫХ МНОЖЕСТВ

В настоящей заметке приводится теорема об орбитальной устойчивости компактного положительно инвариантного множества динамической системы (X, R, π) [1], заданной на локально компактном метрическом пространстве X . Этот результат дополняет теорему 2.1 [2], из него при соответствующей модификации легко следует обобщение теорем 21.1 и 21.2 [3], он является продолжением развития идеи использования знакопостоянных функций Ляпунова, высказанной в [4]. Для краткости изложения используются обозначения и определения статьи [2]. Через FrW обозначается граница множества W , т. е. $\mathbb{W} = \text{int } W \cup FrW$.

О п р е д е л е н и е. Пусть M и M_0 два подмножества X , имеющих непустое пересечение. Будем говорить, что M обладает выталкивающей окрестностью W при $t < 0$ относительно M_0 , если $\forall x \in FrW \cap M_0 \exists \tau < 0$ такое, что $x\tau \notin \mathbb{W} \cap M_0$.

Для пояснения свойств выталкивающих окрестностей сформулируем следующие две леммы.

Лемма 1. Если компактное положительно инвариантное подмножество $M \subset X$ асимптотически устойчиво относительно замкнутого положительно инвариантного подмножества M_0 , содержащего M , то всякая окрестность M содержит выталкивающую окрестность при $t < 0$ относительно M_0 .

Д о к а з а т е л ь с т в о легко следует из теорем V.2.2 и V.3.1 [1] о существовании соответствующей функции Ляпунова и свойств ее «поверхностей» уровня. В качестве выталкивающих окрестностей можно брать множества $K_\alpha = \{x \in M_0 | V(x) \leq \alpha\}$ [1] при достаточно малом $\alpha > 0$.