

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
ИМ. Л. В. ПИСАРЖЕВСКОГО

УЖГОРОДСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПРОГРАММЫ НАН УКРАИНЫ  
«НАНОСТРУКТУРНЫЕ СИСТЕМЫ, НАНОМАТЕРИАЛЫ,  
НАНОТЕХНОЛОГИИ»



*Международный симпозиум*

«НАНОФОТОНИКА»

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

Ужгород, УКРАИНА  
28 сентября – 3 октября, 2008

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
ИМ. Л.В. ПИСАРЖЕВСКОГО

УЖГОРОДСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПРОГРАММЫ НАН УКРАИНЫ  
«НАНОСТРУКТУРНЫЕ СИСТЕМЫ, НАНОМАТЕРИАЛЫ,  
НАНОТЕХНОЛОГИИ»

---

Международный симпозиум

**«НАНОФОТОНИКА»**

28 сентября – 3 октября, 2008  
Ужгород, УКРАИНА

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

Киев-2008

С 28 сентября по 3 октября 2008 г. в Ужгороде, Украина, состоялся Международный симпозиум «Нанопотоника», посвященный памяти (80-летию со дня рождения) известного ученого-фотохимика, организатора ряда Всесоюзных школ по фотохимии, Лауреата Государственной премии Украины в области науки и техники, Заслуженного деятеля науки и техники Украины, доктора химических наук профессора Иосифа Иосифовича Дилунга.

В сборнике опубликованы тезисы пленарных, устных и стендовых докладов, представленных учеными из Украины, России, Беларуси, Федеративной республики Германии, Венгрии, Польши и других стран по материалам исследований в таких областях знаний: дизайн фотоактивных наноструктур; фотофизические процессы в наноразмерных полупроводниках; фотохимические и люминесцентные свойства наноструктур; нанопотокатализ; нанокompозитные электролюминесцентные материалы; системы на основе наноструктур для оптической регистрации информации и др.

## СОДЕРЖАНИЕ

Состав организационных комитетов симпозиума .....	4
И. И. Дилунг – ученый и организатор фотохимической науки .....	5
Пленарные доклады .....	7
Устные доклады .....	18
Стендовые доклады .....	71
Список участников симпозиума и их электронные адреса .....	186
Авторский указатель .....	190

П-1 Молекулярное конструирование светочувствительных наноразмерных систем

Громов С.П.<sup>1(\*)</sup>, Ушаков Е.Н.<sup>2</sup>, Ведерников А.И.<sup>1</sup>, Кузьмина Л.Г.<sup>3</sup>, Алфимов М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Центр фотохимии РАН, Москва, РФ

<sup>2</sup>Институт проблем химической физики РАН, Черноголовка, РФ

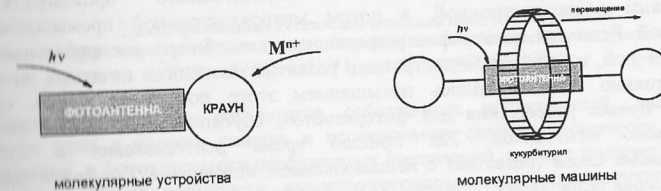
<sup>3</sup>Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Москва, РФ  
\* Факс: +7 (495) 936 1255 e-mail: gromov@photonics.ru

В настоящее время формируется новое нанотехнологическое направление - молекулярная инженерия молекулярных устройств и машин различного назначения. Наиболее удобным способом управления ими является свет, который можно легко регулировать как по длине волны, так и по количеству.

В качестве фотоантенн в молекулярных устройствах изучались фотохромные производные бисантраценов, спиросоединений, но чаще всего использовались производные азобензола. Однако они обладают одним принципиальным недостатком. Производные азобензола способны вступать только в реакцию E-Z-фотоизомеризации. В этом отношении соединения, содержащие двойную связь C=C, имеют ряд преимуществ.

Нами предложен новый уникальный класс полифункциональных светочувствительных соединений - краунсодержащих неперелых красителей - фотохромов, флуорофоров и ионофоров. Выполнен большой цикл исследований по их синтезу, установлению пространственного строения, изучению закономерностей самосборки в наноразмерные системы, спектральным, флуоресцентным и фотохимическим свойствам [1].

На основе полученных результатов впервые разработан универсальный подход к молекулярному конструированию светочувствительных и светоизлучающих наноразмерных систем с заданными свойствами. В рамках одного класса соединений с использованием ограниченного количества структурных фрагментов удается построить разнообразные наноразмерные системы, в которых можно реализовать все основные типы фотопроцессов: флуоресценцию, фотодиссоциацию, фотоизомеризацию, фотоциклоприсоединение, фотоэлектроциклизацию, образование эксимера, комплекса с переносом заряда, перенос электрона и возбуждения, ПИСТ-состояние.



Следует обратить внимание на большой прикладной потенциал проведенных исследований, поскольку они дают новую методологию построения материалов для фотоники, что продемонстрировано на примере создания неопианных ранее типов молекулярных переключателей, фотопереключаемых молекулярных устройств и машин, оптических хемосенсорных материалов, сред для записи и хранения оптической информации.

принадлежали к числу немногих, в которых удалось констатировать наличие переноса электрона в комплексах, содержащих пигмент. Существенным в этих исследованиях было также установление влияния структурных особенностей молекулы хлорофилла и окружения на окислительно-восстановительные свойства систем. Полученные результаты, имевшие большое значение для понимания фотохимического поведения хлорофилла, обобщены И. И. Дилунгом в докторской диссертации "Элементарные процессы фотопереноса электрона с участием хлорофилла и его производных" (1971 г.). В дальнейшем явление фотопереноса электрона всегда находилось в сфере научных интересов И. И. Дилунга. Он вместе с сотрудниками провел широкие исследования кинетики и механизма тушения флуоресценции возбужденных состояний молекул тетрапиррольных пигментов электроноакцепторными и электронодонорными реагентами, установил закономерности образования и поведения интермедиатов, в первую очередь, триплетных эксиплексов. Обоснованы представления об эффектах дальнего действия в процессах фотопереноса электрона с участием тетрапиррольных соединений. Получены сведения об участии в таких процессах тройных эксиплексов, включающих возбужденные молекулы пигмента, молекулы донора и акцептора электрона. За цикл работ "Разработка фундаментальных основ и прикладных проблем фотопереноса электрона" И. И. Дилунгу в 1990 г. присуждена Премия им. Л. В. Писаржевского Национальной академии наук Украины.

Под руководством И. И. Дилунга выполнен большой цикл по исследованию фотохимических свойств гетероароматических молекул и ароматических карбонильных соединений в рамках создания научных основ подбора инициаторов реакций фотополимеризации виниловых мономеров. Результаты этих исследований привели к разработке ряда новых светочувствительных составов, нашедших применение в полиграфической промышленности, в системах фотохимической записи информации, при изготовлении плат печатного монтажа, в других технологических процессах. Эти исследования И. И. Дилунга как составная часть большого цикла работ "Научные основы создания фотоувствительных олигомерных материалов и методов регистрации информации и их использование в наукоемких технологиях" удостоены Государственной премии Украины в области науки и техники за 1996 г. За весомый личный вклад в развитие фундаментальных и прикладных исследований в области химии, создание национальных научных школ И. И. Дилунгу в 1997 г. присвоено звание Заслуженный деятель науки и техники Украины.

И. И. Дилунг вел большую научно-организационную и педагогическую работу. Он был организатором нескольких Всесоюзных фотохимических школ, одним из организаторов и активным участником ряда Всесоюзных совещаний по фотохимии, членом Секции фотохимии Научного совета "Химия высоких энергий" АН СССР, заместителем председателя Научного совета по проблеме "Фотосинтез" АН УССР, членом ученых и специализированных ученых советов ряда институтов. И. И. Дилунг подготовил немало специалистов высокой квалификации, среди его учеников около 20 кандидатов и докторов наук, он читал лекции по фотохимии в Ужгородском и Киевском университетах.

И. И. Дилунг скоропостижно скончался 24 марта 2003 г., похоронен на Берковецком кладбище в Киеве.

В результате комплексного подхода (экспериментального и теоретического) показано, что в нейтральном этаноле соединения 3-ПИК и 3-МТИК находятся в равновесии двух форм – нейтральной и цвиттериона (ЦВ). Определены условия образования аниона (А) и катиона (К).

Для определения центра протонирования использован метод молекулярного электростатического потенциала (МЭСП). Показано, что в кумаринах 3-ПИК и 3-МТИК протонирование происходит преимущественно по азоту иминогруппы, а в кумарине К11, по карбонильному атому кислорода. Образование цвиттериона происходит вследствие отрыва протона от гидроксигруппы и присоединения к иминогруппе. Анион в подщелоченных средах образуется в результате отрыва протона от гидроксигруппы.

Кумарины К11, 3-ПИК и 3-МТИК излучают в синей области спектра. Все соединения излучают с квантовыми выходами близкими к единице. В этанольных растворах наблюдается достаточно интенсивная флюоресценция катионных и анионных форм исследуемых соединений (табл. 1).

Таблица 1. Спектрально – люминесцентные свойства кумаринов в этаноле.

Соединение	$\lambda_{\text{погл}}$ , нм	$\epsilon$ , л/моль·см	$\lambda_{\text{фл}}$ , нм	$\phi$	$\Delta\nu_{\text{ст}}$ , см <sup>-1</sup>
3-ПИК	360	15100	422	0,81	4081
3-МТИК	388	21300	460	0,82	4034
К11	358	20700	422	0,92	4230
К 3-ПИК	390	21200	452	0,36	3517
К К11	388	23800	452	0,1	3649
К 3-МТИК	416	21000	468	0,77	2670
А 3-ПИК	420	21900	470	0,35	2623
А К11	418	32800	471	0,68	2737
А 3-МТИК	444	29000	490	0,28	2114
3-ПИК (ЦВ)	462	-	488	-	1153
3-МТИК (ЦВ)	484	-	506	-	898

Исследование спектрально-люминесцентных свойств в других растворителях (циклогексане, толуоле, этилацетате, диметилформамиде и диметилсульфоксиде) показало, что спектральные характеристики всех соединений меняются незначительно при переходе от одного растворителя к другому.

Квантово-химические расчеты показывают, что в молекулах рассматриваемых кумаринов активнее всего идут процессы внутренней конверсии синглетных состояний. Это в конечном итоге приводит к эффективному заселению  $S_1$  состояния, основным каналом распада которого является радиационный канал, с которым конкурируют процессы интеркомбинационной конверсии на близко расположенные триплеты. На основе полученных констант фотофизических процессов были рассчитаны квантовые выходы флюоресценции кумаринов, которые хорошо согласуются с экспериментом.

Исследование геометрического строения показало, что молекулы всех кумаринов, за исключением 3-ПИК, в  $S_0$  состоянии имеют плоскую геометрию; в 3-ПИК пиридиновый заместитель вывернут из плоскости молекулы на угол в 47 градусов. В возбужденном флюоресцентном состоянии возможна значительная перестройка геометрии молекул, о чем свидетельствуют большие стоксовы сдвиги, порядка 4000см<sup>-1</sup>.

1. Fletcher A.N., Pietrak M.E., Bliss D.E. / *Appl. Phys.* 1987. V.B42. P.79-83.

2. Копылова Т.Н., Самсонова Л.Г., Дегтяренко К.М. и др./ *Журн. прикл. спектр.* 1990. Т.50. №6. С.1009-1012.
3. Васильева Н.Ю., Дегтяренко К.М., Кузнецова Р.Т., и др./ *Квант. электр.* 1991. Т.18. №2. С.198-200.
4. M.A. Haidekker, T.P. Brady / *Bioorganic Chemistry* 2005, V. 33, P. 415-425.
5. Artyukhov V.Ya., Galeeva A.I. / *Russian Physics Journal* 1986, №11, P. 96-100.

### C-37 Самоорганизация молекул тетрапиррольных пигментов в слоях в присутствии воды

Букина М.Н.<sup>(\*)</sup>, Бармасов А.В., Кононов А.И., Баранова Л.Н., Холмогоров В.Е.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
Факс: 7 (812) 428 7240 e-mail: mariabukina72@rambler.ru

Тетрапиррольные пигменты уникальны благодаря целому комплексу физико-химических, спектральных и полупроводниковых свойств, что делает их крайне перспективными для практического применения во многих направлениях. Оптические спектры растворов, твёрдых плёнок и монокристаллов тетрапиррольных пигментов определяются состоянием агрегации молекул пигмента. При этом возможность существования различных агрегатов тетрапиррольных пигментов, обладающих специфическими физическими свойствами, усложняет разработку устройств, использующих уникальные свойства таких пигментов.

Хлорофилл – природный тетрапиррольный пигмент, пиррольные пентакольца в котором образуют плоскую макроциклическую структуру, а атомы азота пиррольных колец координационно связаны с ионом  $Mg^{2+}$ .

Давно признано, что хлорофилл и вода взаимодействуют между собой специфически. Вода является уникальным нуклеофилом для хлорофилла, так как проявляет не только способность к образованию водородных связей, но и электронно-акцепторные и электроннодонорные свойства. Эти два свойства молекулы воды в совокупности с её малыми размерами обуславливают возникновение хлорофилл-водных комплексов и кристаллов хлорофилла. Водные коллоидные растворы, микрокристаллы, плёнки Хл а имеют батохромно смещённые длинноволновые полосы, при этом для микрокристаллов характерна полоса электронного поглощения с максимумом 740 нм, которая отсутствует в фотосинтезирующих клетках в листьях высших растений. Сдвиги максимума длинноволновой полосы и изменения формы этой и других полос для микрокристаллов и плёнок близки. Они сложно зависят от структуры кристаллов, способа упаковки и других факторов. Все эти изменения являются результатом агрегации и сложных взаимодействий молекул пигмента на малых расстояниях при плотной упаковке, взаимодействий, отличающихся по характеру от ассоциации в воде.

К настоящему времени отсутствуют данные, которые позволили бы решить вопрос о том, насколько самостоятельно может происходить самосборка молекул хлорофилла. Решение этой проблемы, а также моделирование процессов разложения воды в химических системах имеют практическое значение как для создания искусственных систем преобразования световой энергии в другие виды энергии, так и для создания электрохимических систем на основе природных полупроводников. При этом основную роль в самоорганизации структуры могут играть кооперативные свойства воды и взаимодействия между водой и пигментом. При таком подходе к проблеме сенсibilизированного фоторазложения воды можно избежать сложностей в конструировании системы, поскольку структура воды интегрируется с пигментным аппаратом.

В данной работе исследовались растворы Хл а в диэтиловом эфире, растворы пигментов листьев высушенных растений в ацетоне, а также в диэтиловом эфире, и приготовленные из этих растворов слои на стёклах.

Оценку ориентационного порядка анизотропных молекул пигментов в поверхностных слоях плёнок на стёклах производили методом двойного лучепреломления (ДЛП) при прохождении поляризованного света через плёнку под углом к поверхности, отличным от нормального [1].

В оптическом спектре слоя Хл а, полученного из раствора в диэтиловом эфире и выдержанного в насыщенных парах  $H_2O + C_2H_5OC_2H_5$ , присутствует интенсивная полоса поглощения при 740 нм, которую обычно отождествляют с микрокристаллами пигмента. Широкому полюсу поглощения в спектральной области 400-550 нм с небольшим максимумом при 470 нм, по-видимому, можно приписать переходным формам Хл а молекулярные → нанокристаллические → микрокристаллические. О возможном образовании таких форм при агрегации тетрапиррольных пигментов свидетельствуют результаты, полученные при изучении оптических спектров слоёв синтетических аналогов хлорофиллов – фталоцианинов.

Из растворов пигментов по разработанной нами технологии были приготовлены тонкие слои пигментов. Спектры поглощения слоёв содержат полосы с максимумами при 610, 680-690, 700 и 710 нм. Они отличаются от спектров поглощения исходных растворов Хл а тем, что максимумы полос поглощения сдвинуты в длинноволновую область от 660 до 700 нм и содержат слабую полосу поглощения с максимумом при 710 нм, принадлежащую, как известно, агрегированным формам Хл а. Для стимулирования агрегации молекул Хл а твёрдые слои помещали в атмосферу насыщенных паров ацетона (эфира) и воды на несколько часов (от 1 до 6 час) при 20 °С. Характерной особенностью электронных спектров поглощения таких слоёв является неоднородное уширение полос, возможно, из-за присутствия в слоях различных длинноволновых форм Хл а.

В разностных спектрах поглощения слоёв относительно растворов с приблизительно одинаковой концентрацией Хл а заметно проявляются новые полосы поглощения с максимумами при 680 и 710-720 нм, принадлежащие агрегированным формам Хл а.

Спектр возбуждения люминесценции раствора пигмента в ацетоне подобен спектру поглощения раствора образца и содержит полосы с максимумами в районе 620 нм и 665 нм. В спектре испускания люминесценции наблюдается интенсивная полоса 676 нм люминесценции мономеров и более слабая длинноволновая (720 нм) полоса, соответствующая люминесценции агрегатов. Для спектров люминесценции слоёв характерно иное по сравнению с растворами соотношение интенсивностей максимумов: длинноволновая агрегатная полоса более интенсивна. Это свидетельствует о том, что основной вклад в люминесценцию слоёв вносят агрегаты пигментов. В спектре возбуждения также наблюдаются изменения, характерные для образования агрегатов хлорофилла – уширение полосы 665 нм, соответствующей поглощению мономерных структур, за счёт возбуждения коротковолновых форм Хл а и межмолекулярного переноса энергии.

Для стимулирования образования агрегированных форм Хл а слои пигментов также получали на поверхности воды, которая предварительно наносилась на стеклянную подложку, а затем испарялась. В полученных таким способом слоях были обнаружены особенно широкие длинноволновые полосы поглощения Хл а.

Результаты измерений ДЛП плёнок различной толщины, полученных из экстрактов пигментов листьев высушенных растений, показывают, что параметр ориентационного порядка отличен от нуля, что свидетельствует об упорядоченности молекул пигментов в тонких приповерхностных слоях.

Таким образом, молекулы Хл а способны к самосборке в агрегированные формы (димеры, мультимеры) не только в естественных условиях, но и в слоях, полученных из ацетоновых растворов пигментов зелёных листьев при обязательном участии молекул воды.

## С-38 Поглощение и люминесценция наночастиц на основе сульфидов металлов

Бурцев Ф.В.<sup>\*</sup>, Капинус Е.И.

*Институт сорбции и проблем эндоэкологии НАН Украины, Киев, Украина  
\*e-mail: upira@rambler.ru*

Актуальной научной проблемой является поиск новых флуоресцентных материалов, отличающихся высокой фотохимической стабильностью, которые могут найти применение в оптической записи информации, в качестве дневных флуоресцентных пигментов и красителей, люминесцентных красителей для пластмасс и люминесцентных меток, в лазерной технике, в люминесцентной дефектоскопии и некоторых других областях [1]. Обычно в качестве люминофоров используются органические красители различных классов [1, 2]. Однако к числу перспективных флуоресцентных материалов могут относиться также наночастицы, в частности наноразмерные сульфиды, которые обнаруживают флуоресцентные свойства. По сравнению с органическими люминофорами наноматериалы имеют ряд существенных преимуществ: фотостабильность, дешевизна, доступность, простота синтеза. Наночастицы не рассеивают свет и могут быть приготовлены в водных и неводных растворах в присутствии стабилизаторов, предотвращающих агрегацию наночастиц, а также могут внедряться в полимерные матрицы. В отличие от органических люминофоров, наночастицы не подвержены концентрационному тушению. Флуоресценция наноматериалов может находиться в широкой спектральной области от ближнего УФ до ближнего ИК диапазона с достаточно высокой интенсивностью в зависимости от химического состава и размера частиц. Эффективным способом управления размером наночастиц, а, следовательно, и положением их максимумов поглощения и флуоресценции наноматериалов синтезировались путем различных температур. Флуоресцентные наноматериалы синтезировались путем взаимодействия сероводорода с растворами водорастворимых солей соответствующих металлов (хлоридов, ацетатов, нитратов) в водных растворах в присутствии полифосфата натрия, поливинилового спирта или поливинилпирролидона в качестве стабилизаторов. Для этого при помощи полученного раствора формировалась жидкая пленка на оптическом стекле, которая при высушивании образовывала твердую пленку с удивительными оптическими характеристиками. Для снятия спектров поглощения в области < 300 нм полимерная пленка снималась со стеклянной основы. Толщина таких пленок составляла 200 – 300 мкм. Использовался поливинилпирролидон с молекулярной массой 89000 – 98000 и поливинилпирролидон с молекулярной массой 55000 (Aldrich). Использование полимеров с меньшей молекулярной массой уже в жидких растворах, которые используются для получения пленок, может привести к агрегации наночастиц и выпадению осадка. Соли металлов соответствовали критериям солей х.ч. или ч.д.а. Спектры флуоресценции снимались на спектрофлуориметре Hitachi. Спектры поглощения измеряли с помощью спектрофотометра СФ-101. Спектры поглощения синтезированных наноразмерных сульфидов (ZnS, CdS, CuS, Cu<sub>2</sub>S, Ag<sub>2</sub>S, In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, SnS, PbS, Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, FeS, CoS, NiS) содержат одну полосу поглощения с максимумом при длинах волн >250 нм. Большинство сульфидов окрашены в красно-коричневый цвет, поскольку поглощение таких сульфидов простирается вплоть до 800 нм. Исключение составляют наноразмерные сульфиды ZnS, CdS и Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Сульфид цинка не окрашен и имеет максимум поглощения у 300 нм, сульфид кадмия окрашен в желтый цвет, а сульфид сурьмы имеет оранжевую окраску. При возбуждении УФ светом все синтезированные наноразмерные сульфиды

Морфологию поверхности пленок и их топологию изучали с помощью микроскопа атомных сил (МАС). На рис. 1 приведены 2D МАС изображения образцов на основе  $\text{SnO}_2$ / пористый  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  и  $\text{SnO}_2/\text{Si}$ .

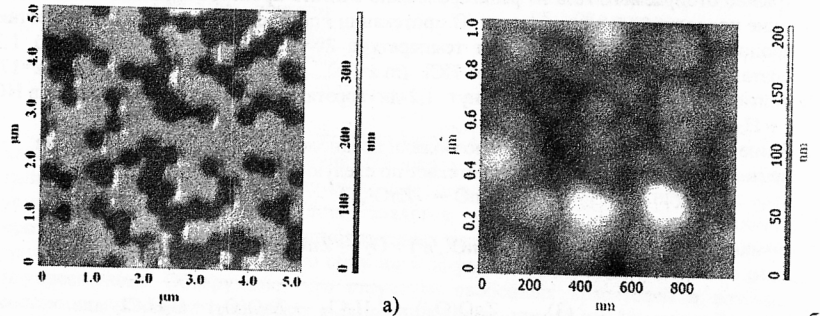


Рис. 1. 2D МАС изображения структур:  $\text{SnO}_2$ /пористый  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  (а);  $\text{SnO}_2/\text{Si}$  (б).

На рис. 2 приведены измеренные и рассчитанные угловые зависимости поляризационных углов  $\Psi(\varphi)$ ,  $\Delta(\varphi)$  для исследуемых структур в разных окружающих средах.

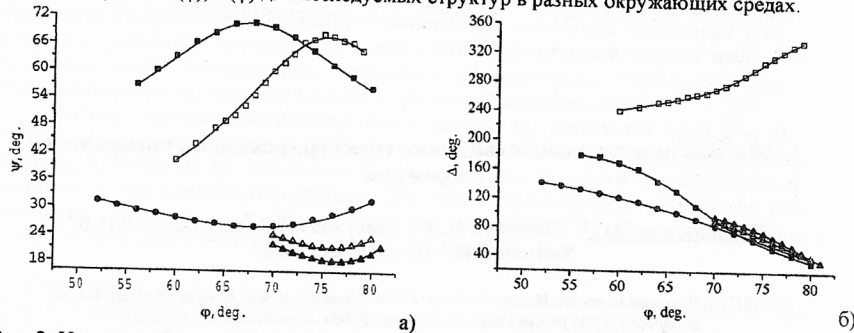


Рис. 2. Угловые зависимости  $\Psi(\varphi)$  (а),  $\Delta(\varphi)$  (б) для структуры  $\text{SnO}_2$ /пористый  $\text{SiO}_2/\text{Si}$ : ■ – экспериментальные данные, полученные измерением в воздухе, □ – в парах ацетона; для структуры пористый  $\text{SiO}_2/\text{Si}$ : ▲ – измерения в воздухе, Δ – в парах ацетона; ● – структура  $\text{SnO}_2/\text{Si}$ .

На основе измеренных угловых зависимостей  $\Psi$ ,  $\Delta$  рассчитывались оптические константы, а также толщина  $d$   $\text{SnO}_2$  и пористого  $\text{SiO}_2$  слоев. Как видно из рис. 2, изменение оптических констант наблюдается при исследовании данных структур в парах ацетона по сравнению к измерениям в воздухе. При этом минимум  $\Psi(\varphi)$  сдвигается в сторону больших углов при измерениях в парах ацетона, что свидетельствует об изменении эффективного показателя преломления слоев данных структур.

Таким образом, адсорбция паров ацетона в нанопорах данных слоистых структур вызывает изменение эффективной диэлектрической проницаемости пористого слоя, что надежно фиксируется эллипсометрией и может быть использовано для создания соответствующего сенсора.

Работа выполнена при поддержке Фонда Фундаментальных Исследований МНО Украины (проект 14.1-012) и Научного Фонда АН Республики Беларусь (проект Ф07К-104).

Антипин Вячеслав Александрович

antipin@anrb.ru

Бабкина Наталья Валентиновна

todos@ukrpack.net

Баранцова Антонина Викторовна

oligomer8@bigmir.net

Барачевский Валерий Александрович

barva@photonics.ru или

barachevsky@mail.ru

Бармасов Александр Викторович

barmasov@yandex.ru

Белокопытов Юрий Васильевич

toniamail@rambler.ru

Бискулова Светлана Александровна

s\_bisk@inphyschem-nas.kiev.ua

Бирюков Александр Александрович

taina\_i@mail.ru

Блонский Иван Васильевич

blon@iop.kiev.ua

Будыка Михаил Федорович

budyka@icp.ac.ru

Букина Мария Николаевна

maribukina72@rambler.ru

Бурцев Федор Владимирович

upira@rambler.ru

Валах Михаил Яковлевич

valakh@isp.kiev.ua

Василенко Алла Васильевна

alla\_vasylenko@mail.ru

Ведерников Артем Игоревич

artem@photonics.ru

Витюк Надежда Васильевна

vityuk@univ.kiev.ua

Гацкевич Елена Ивановна

gatskevich@inel.bas-net.by

Гнатюк Юрий Иванович

yuriy\_gnatyuk@yahoo.com

Грабчук Галина Петровна

grabchuk2004@mail.ru

Гранчак Василий Михайлович

granchak@inphyschem-nas.kiev.ua

Григорьева Майя Владимировна

mavagrig@i.com.ua

Гринев Роман Станиславович

grynyov@isma.kharkov.ua

Гроздюк Галина Ярославовна

oposym@meta.ua

Громов Сергей Пантелеймонович

gromov@photonics.ru

Гуральчук Глеб Ярославович

guralchuk@isc.kharkov.com

Давиденко Ирина Ивановна

daviden@ukrpack.net

Давиденко Николай Александрович

daviden@ukrpack.net

Демина Ольга Викторовна

ovd@sky.chph.ras.ru

Демяненко Евгений Николаевич

Demianenko\_EN@mail.ru

Детяренко Константин Михайлович	<a href="mailto:slg@phys.tsu.ru">slg@phys.tsu.ru</a>	Кухто Александр Васильевич	<a href="mailto:kukhta@imaph.bas-net.by">kukhta@imaph.bas-net.by</a>
Детяренко Сергей Витальевич	<a href="mailto:claus911@gmail.com">claus911@gmail.com</a>	Кучмий Степан Ярославович	<a href="mailto:kuchmий@inphyschem-nas.kiev.ua">kuchmий@inphyschem-nas.kiev.ua</a>
Джаган Владимир Николаевич	<a href="mailto:dzhagan@isp.kiev.ua">dzhagan@isp.kiev.ua</a>	Ласковенко Нилла Николаевна	<a href="mailto:nilla.laskovenko@gmail.com">nilla.laskovenko@gmail.com</a>
Дмитриева Светлана Николаевна	<a href="mailto:dmitrieva@photonics.ru">dmitrieva@photonics.ru</a>	Лачинов Алексей Николаевич	<a href="mailto:lachinov@anrb.ru">lachinov@anrb.ru</a>
Еременко Анна Михайловна	<a href="mailto:annaerem@ukr.net">annaerem@ukr.net</a>	Линник Оксана Петровна	<a href="mailto:okslinnik@yahoo.co.uk">okslinnik@yahoo.co.uk</a>
Еремина Нина Степановна	<a href="mailto:n_eremina51@mail.ru">n_eremina51@mail.ru</a>	Литвиненко Олег Александрович	<a href="mailto:the-fedot@rambler.ru">the-fedot@rambler.ru</a>
Ермолаев Валерий Леонидович	<a href="mailto:ermolaev@oi.ifmo.ru">ermolaev@oi.ifmo.ru</a>	Лобова Наталья Анатольевна	<a href="mailto:Lobova@photonics.ru">Lobova@photonics.ru</a>
Ефимова Светлана Леонидовна	<a href="mailto:efhimova@isc.kharkov.com">efhimova@isc.kharkov.com</a>	Ляховецкий Владимир Романович	<a href="mailto:lyakh@iop.kiev.ua">lyakh@iop.kiev.ua</a>
Ещенко Олег Анатолиевич	<a href="mailto:yes@univ.kiev.ua">yes@univ.kiev.ua</a>	Максимчук Наталья Владимировна	<a href="mailto:lejanel@ukr.net">lejanel@ukr.net</a>
Жуковский Максим Анатольевич	<a href="mailto:max_zhukovskiy@ukr.net">max_zhukovskiy@ukr.net</a>	Масалов Андрей Александрович	<a href="mailto:masalov@isc.kharkov.com">masalov@isc.kharkov.com</a>
Зелинский Ярослав Романович	<a href="mailto:yzelinskyy@bitp.kiev.ua">yzelinskyy@bitp.kiev.ua</a>	Мешкова Светлана Борисовна	<a href="mailto:s_meshkova@ukr.net">s_meshkova@ukr.net</a>
Зенькевич Эдуард Иосифович	<a href="mailto:zenkev@tut.by">zenkev@tut.by</a> ; <a href="mailto:zenkev@imaph.bas-net.by">zenkev@imaph.bas-net.by</a>	Мирная Татьяна Альфредовна	<a href="mailto:mirnaya@ionc.kiev.ua">mirnaya@ionc.kiev.ua</a>
Иванов Дмитрий Константинович	<a href="mailto:Iv_Dm_Kon@tut.by">Iv_Dm_Kon@tut.by</a>	Мусий Ростислав Иосифович	<a href="mailto:rostyslav_musiy@ukr.net">rostyslav_musiy@ukr.net</a>
Ивлев Геннадий Дмитриевич	<a href="mailto:ivlev@inel.bas-net.by">ivlev@inel.bas-net.by</a>	Никоноров Николай Валентинович	<a href="mailto:Nikonorov@oi.ifmo.ru">Nikonorov@oi.ifmo.ru</a>
Игнатова Таиса Демьяновна	<a href="mailto:todos@ukrpack.net">todos@ukrpack.net</a>	Перепелицына Людмила Николаевна	<a href="mailto:todos@ukrpack.net">todos@ukrpack.net</a>
Игнатович Магдалина Васильевна	<a href="mailto:ignatovych@ukr.net">ignatovych@ukr.net</a>	Пивен Наталья Григорьевна	<a href="mailto:n.piven@chnu.edu.ua">n.piven@chnu.edu.ua</a> ; <a href="mailto:shcherba@chnu.cv.ua">shcherba@chnu.cv.ua</a>
Калитчук Сергей Михайлович	<a href="mailto:kalytchuk@isp.kiev.ua">kalytchuk@isp.kiev.ua</a>	Першина Екатерина Дмитриевна	<a href="mailto:kazdobin@ionc.kiev.ua">kazdobin@ionc.kiev.ua</a>
Кобец Анна Вячеславовна	<a href="mailto:kobetsanna@gmail.com">kobetsanna@gmail.com</a>	Петров Элмар Григорьевич	<a href="mailto:epetrov@bitp.kiev.ua">epetrov@bitp.kiev.ua</a>
Коваленко Александр Степанович	<a href="mailto:askovalenko@inphyschem-nas.kiev.ua">askovalenko@inphyschem-nas.kiev.ua</a>	Плюснин Виктор Федорович	<a href="mailto:plyusnin@kinetics.nsc.ru">plyusnin@kinetics.nsc.ru</a>
Козаченко Виктор Васильевич	<a href="mailto:victorc@univ.kiev.ua">victorc@univ.kiev.ua</a>	Покутний Сергей Иванович	<a href="mailto:Pokutnyi_Sergey@inbox.ru">Pokutnyi_Sergey@inbox.ru</a>
Козицкий Андрей Владимирович	<a href="mailto:stroyuk@inphyschem-nas.kiev.ua">stroyuk@inphyschem-nas.kiev.ua</a>	Попенака Анатолий Николаевич	<a href="mailto:panpost@gmail.com">panpost@gmail.com</a>
Кокенеши Шандор	<a href="mailto:kiki@tigris.unideb.hu">kiki@tigris.unideb.hu</a>	Прокопец Вадим Николаевич	<a href="mailto:Vadym_pr@univ.kiev.ua">Vadym_pr@univ.kiev.ua</a>
Колбасов Геннадий Яковлевич	<a href="mailto:kolbasov@ionc.kiev.ua">kolbasov@ionc.kiev.ua</a>	Рабчинский Сергей Михайлович	<a href="mailto:rabchinskij_sm@tut.by">rabchinskij_sm@tut.by</a>
Кондратенко Ольга Сергеевна	<a href="mailto:kondratenko@isp.kiev.ua">kondratenko@isp.kiev.ua</a>	Раевская Александра Евгеньевна	<a href="mailto:alraevskaya@ukr.net">alraevskaya@ukr.net</a>
Кондратенко Сергей Викторович	<a href="mailto:kondr@univ.kiev.ua">kondr@univ.kiev.ua</a>	Рубиш Василий Михайлович	<a href="mailto:center_uzh@email.uz.ua">center_uzh@email.uz.ua</a>
Кондратьева Ирина Владимировна	<a href="mailto:lkobasa@rambler.ru">lkobasa@rambler.ru</a>	Русецкий Игорь Анатолиевич	<a href="mailto:kolbasov@ionc.kiev.ua">kolbasov@ionc.kiev.ua</a>
Кондратюк Дмитрий Владимирович	<a href="mailto:kondratuk@photonics.ru">kondratuk@photonics.ru</a>	Сазонов Сергей Константинович	<a href="mailto:Sazon@photonics.ru">Sazon@photonics.ru</a>
Конощук Наталья Владимировна	<a href="mailto:n_konos@inphyschem-nas.kiev.ua">n_konos@inphyschem-nas.kiev.ua</a>	Сахно Тамара Викторовна	<a href="mailto:Sakhno2001@mail.ru">Sakhno2001@mail.ru</a>
Косянчук Людмила Францевна	<a href="mailto:todos@ukrpack.net">todos@ukrpack.net</a>	Селиванов Никита Иванович	<a href="mailto:Selivanov_chem@mail.ru">Selivanov_chem@mail.ru</a>
Крутько Евгений Николаевич	<a href="mailto:ev_krutsko@igic.bas-net.by">ev_krutsko@igic.bas-net.by</a>	Серебрякова Наталья Викторовна	<a href="mailto:n.serebriakova@mail.ru">n.serebriakova@mail.ru</a>
		Скакун Ю.В.	<a href="mailto:skakun-ixvs@ukr.net">skakun-ixvs@ukr.net</a>



Скорб Екатерина Владимировна	anok-skv@mail.ru
Смирнова Наталья Петровна	smirnat@i.com.ua
Собран Иван Васильевич	stroyuk@inphyschem-nas.kiev.ua
Сорокин Александр Васильевич	sorokin@isc.kharkov.com
Стрельцов Евгений Анатольевич	streltea@bsu.by
Строук Александр Леонидович	stroyuk@inphyschem-nas.kiev.ua; alstroyuk@ukr.net
Студеняк Игорь Петрович	studenyak@dr.com
Студзинский Сергей Леонидович	studzs@mail.ru
Суровцева Наталья Ивановна	surov-deb@ukr.net
Сысюк Валентина Григорьевна	oligomer8@bigmir.net
Тарасенко Светлана Александровна	svetata@ukr.net
Тартачник Владимир Петрович	myrglory@yahoo.com
Тельбиз Герман Михайлович	g_telbiz@yahoo.com
Тихонов Евгений Александрович	etikh@iop.kiev.ua
Тодосийчук Тамара Тимофеевна	todos@ukrpack.net
Ушаков Евгений Николаевич	eushakov@icp.ac.ru
Фомина Марина Викторовна	fomina@photonics.ru
Фреик Дмитрий Михайлович	freik@pu.if.ua
Фрейдзон Александра Яковлевна	sanya@photonics.ru
Ходонов Андрей Александрович	khodretinal@sky.chph.ras.ru
Холмогоров Владимир Евгеньевич	barmasov@yandex.ru
Цыганенко Алексей Алексеевич	tsyg@photonics.phys.spbu.ru
Чорная Валентина Николаевна	todos@ukrpack.net
Шаркань Иосиф Петрович	shark@univ.uzhgorod.ua
Швалагин Виталий Васильевич	shvalagin@inphyschem-nas.kiev.ua
Шерстюк Валентин Петрович	sherstyukv@ukr.net
Яшан Галина Романовна	jashan@ukr.net

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Авакян В.Г.	C-60
Ажнюк Ю.М.	C-74, C-75
Алексеева Т.Т.	C-16
Алфимов М.В.	П-1, C-1, C-3, C-31, C-57, C-59, C-78
Антипин В.А.	У-29, У-32
Антоненко О.И.	C-9
Бабич В.Ф.	C-72
Бабкина Н.В.	C-16
Багатурьянц А.А.	C-78
Баранова Л.Н.	C-37
Баранцова А.В.	C-69
Бараньян П.	C-42
Барачевский В.А.	П-3, C-2
Барашков Н.Н.	C-30
Бармасов А.В.	C-37
Безродный В.И.	У-6
Белокопытов Ю.В.	C-79
Беликов Н.Е.	C-2, C-13
Биримжанова Д.	C-30
Бирюков А.А.	У-27
Бискулова С.А.	У-12
Блаудек Т.	C-17
Блонский И.В.	П-6
Бобик В.В.	C-76
Бондаренко В.В.	C-31
Борзакровский А.Е.	C-18
Борисов А.В.	У-25
Боровой И.А.	C-33, C-35
фон Борщковский К.	У-15, C-17, C-39
Борщ А.А.	C-23
Боцманова А.А.	C-32
Бродин М.С.	C-23
Брусенцева М.А.	C-57
Будыка М.Ф.	У-5, C-71
Букина М.Н.	C-37
Бурлаченко Е.С.	C-79
Бурцев Ф.В.	C-38
Бусько Н.А.	C-69
Бучук Р.Ю.	C-77
Вакуленко О.В.	C-55
Валах М.Я.	П-4
Валова Т.М.	C-60
Варфоломеев С.Д.	C-2, C-13
Василенко А.В.	C-7
Ведерников А.И.	П-1, C-1, C-3, C-31, C-32, C-59, C-60
Видоци Т.	C-42
Витюк Н.В.	C-52, C-53
Власукова Л.А.	C-80