

**ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ
И «УМНЫЕ» НАНОМАТЕРИАЛЫ**

**(X Чистяковские чтения к 95-летию
со дня рождения проф. И.Г. Чистякова)**

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**



**совместно с
XIX ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИЕЙ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

Россия, Иваново, 15–16 мая 2024 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»
Межвузовский научно-образовательный консорциум «Иваново»
Межвузовский научно-образовательный консорциум
«Жидкие кристаллы»
Научно-исследовательский институт наноматериалов ИвГУ

**ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ
И «УМНЫЕ» НАНОМАТЕРИАЛЫ**

(X Чистяковские чтения
к 95-летию со дня рождения проф. И.Г. Чистякова)

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

СОВМЕСТНО С

**XIX ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИЕЙ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

Россия, Иваново, 15–16 мая 2024 г.

Иваново
Издательство «Ивановский государственный университет»
2024

УДК 532.783
ББК 22.371.23.5
Ж69

ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ И «УМНЫЕ» НАНОМАТЕРИАЛЫ
(**Х Чистяковские чтения к 95-летию со дня рождения проф. И.Г. Чистякова**) : сборник тезисов докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и XIX Всероссийской научной конференции молодых ученых. Россия, Иваново, 15–16 мая 2024. – Иваново : Иван. гос. ун-т, 2024. – 85 с.

ISBN 978-5-7807-1466-8

В сборник включены тезисы докладов участников Всероссийской конференции с международным участием «ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ И “УМНЫЕ” НАНОМАТЕРИАЛЫ» (Х Чистяковские чтения к 95-летию со дня рождения проф. И.Г. Чистякова), проводившейся совместно с XIX Всероссийской научной конференцией молодых ученых в Ивановском государственном университете в г. Иваново 15–16 мая 2024 г. Материалы конференции посвящены исследованиям в области получения, исследования и использования жидких кристаллов и наноматериалов.

Издание адресовано студентам, аспирантам, исследователям, работающим в этих областях, а также преподавателям соответствующих разделов физики и химии.

Ответственные за выпуск:

д-р хим. наук, проф. **Н.В. Усольцева**
канд. физ.-мат. наук **А.И. Смирнова**
мл. науч. сотр., асп. **К.С. Никитин**

ISBN 978-978-5-7807-1466-8

© ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный университет», 2024

ПРЕДИСЛОВИЕ

15–16 мая в ИвГУ состоялась Всероссийская конференция с международным участием «Жидкие кристаллы и “умные” наноматериалы» (X Чистяковские чтения) совместно с XIX Международной конференцией молодых ученых. Конференция была посвящена трем юбилейным датам: 95-летию со дня рождения проф. Игоря Григорьевича Чистякова (1929–1982 гг.), основателя в Ивановском педагогическом институте первой в СССР научно-исследовательской лаборатории жидких кристаллов, 60-летию этой лаборатории и 50-летию юбилею ИвГУ. В Оргкомитет Конференции вошли ученые ИвГУ, ИГХТУ, ИХР РАН им. Г.А. Крестова (Иваново), а также ученые НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ (Москва), МГУ им. М.В. Ломоносова, СГУ им. Н.Г. Чернышевского (Саратов), ИОФ РАН (Москва), ВГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых (Владимир).

Открыл конференцию ректор ИвГУ доц. А.А. Малыгин. Он отметил вклад ученых Иванова, и в частности ИвГУ, в развитие научного направления исследований “Жидкие кристаллы”, их большую научно-организационную работу, связанную с проведением десяти “Чистяковских чтений”, семи конференций по Лиотропным жидким кристаллам, Первой и пока единственной Всероссийской конференции по жидким кристаллам (2012 г.). В числе приглашенных пленарных докладчиков выступили проф. В.С. Безбородов (Минск), проф. В.А. Бурмистров (Иваново), проф. О.А. Кучерик (Владимир), проф. Б.И. Островский (Москва), д.х.н. С.В. Савилов (Москва), проф. В.Г. Чигринов (Гонконг).

На конференции были представлены устные доклады ведущих научных групп России, Беларуси, Юго-Восточной Азии (Корея, Гонгконг), а также студентов из стран Африки. Было заслушано 8 пленарных и 38 секционных докладов, а также 24 стендовых доклада. Все заседания шли без параллельных секций. Каждое выступление сопровождалось вопросами и дискуссиями, в том числе бурными обсуждениями у стендов. Очень приятно, что к работе конференции подключилось большое число слушателей online. Данный сборник содержит тезисы докладов, прозвучавших на проведенной конференции.

Председатель Оргкомитета конференции д-р хим. наук проф. Н.В. Усольцева

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

В.А. АВДЕЕНКОВ

Российский университет дружбы народов

Московский финансово-промышленный университет "Синергия"

ПДЖК ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЕ МОДУЛЯТОРЫ ВИДИМОГО И ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

Задачей работы является научное обоснование, разработка и апробация технических средств метрологического обеспечения единства измерений для новой области медицинской диагностики и соответствующего нового класса медицинских диагностических систем – неинвазивных оптических методов и приборов для измерения параметров периферической гемодинамики.

Разрабатывается автоматизированная имитационная рабочая мера на основе электрооптических модуляторов видимого и инфракрасного диапазона для метрологической аттестации и поверки неинвазивных оптических медицинских систем измерения параметров периферической гемодинамики.

Актуальность определяется расширяющимся распространением в мире неинвазивных оптических измерений параметров периферической гемодинамики и использованием таких приборов в практическом здравоохранении.

С точки зрения элементной базы и материалов научная новизна заключается в адаптации конструкции модуляторов на основе эффекта управляемого рассеяния света с повышенными характеристиками по уровню прозрачности и рассеяния и возможностью модуляции оптического излучения одновременно в видимом и в ближнем ИК диапазоне.

Для разработки электрооптических модуляторов, планируется использование пленок диспергированных в полимере жидких кристаллов (ПДЖК). Они состоят из микрокапель ЖК, диспергированных в полимерной матрице. В отсутствие напряжения эти пленки выглядят мутными, так как показатели преломления ЖК и полимера отличаются, и свет рассеивается в неоднородной среде. Благодаря анизотропным свойствам ЖК, такие пленки легко переключаются в прозрачное состояние (показатели преломления становятся равными).

А.А. ВАСИЛЬЕВА, С.В. ПАСЕЧНИК, Я.А. КОНОНОВ
РГУ МИРЭА

САМОУПОРЯДОЧЕНИЕ КАПЕЛЬ ИЗОТРОПНОЙ ЖИДКОСТИ В НЕМАТИЧЕСКОМ ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ

Выполнены экспериментальные исследования процессов образования структур капель изотропной жидкости в нематическом жидком кристалле. В качестве жидкого кристалла использовалась стандартная нематическая смесь E7. В качестве изотропной жидкости использовались образцы силиконового масла (ПМС) с различной вязкостью. Как известно, смесь данного жидкого кристалла и ПМС, при определенной концентрации последнего компонента, способна образовывать систему капель микронного размера, имеющих тенденцию к самоупорядочению. Эксперименты проводились в жидкокристаллической ячейке с исходной планарной ориентацией и возможностью управления структурой жидкого кристалла с помощью электрического поля. Первоначально оба компонента смеси нагревались до температуры, превышающей температуру фазового перехода «нематический жидкий кристалл-изотропная жидкость». В результате охлаждения смеси наблюдалось образование линейных структур капель, ориентированных по направлению исходной планарной ориентации.

А.Р. ГЕЙВАНДОВ, И.В. КАСЬЯНОВА, И.В. СИМДЯНКИН
Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова, Курчатовский
комплекс кристаллографии и фотоники, НИЦ Курчатовский институт

ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФАЗОЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРИЗУЕМЫХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Разработка дисплеев дополненной реальности (AR) может дать сильный импульс дальнейшему развитию жидкокристаллической (ЖК) тематики. В отличие от амплитудной модуляции волнового фронта падающего света, модуляция геометрической фазы, благодаря большому двулучепреломлению жидких кристаллов, позволяет создавать высокоэффективные дифракционные оптические элементы (ДОЭ) толщиной от 1 до 3 мкм. В последние годы были опубликованы многочисленные работы с успешными примерами использования ЖК полимеров для создания линз и решеток с геометрической фазой. ДОЭ на ЖК полимерных пленках имеют уникальные спектральные и поляризационные характеристики. В частности, при помощи многослойной дифракционной решетки возможна реализация переключателя поляризации между двумя каналами, что является перспективным методом реконfigurирования оптических схем AR дисплеев.

В докладе дается обзор современного состояния технологии изготовления ЖК ДОЭ с геометрической фазовой модуляцией и приводятся их характеристики. Обсуждаются возможные применения ЖК полимеров для создания ахроматических и узкополосных линз, высокоэффективных дифракционных решеток. Рассматриваются перспективы применения новых ЖК ДОЭ в области средств дополненной и виртуальной реальности.

И.С. ГРИШИН¹, Н.Н. СМИРНОВ¹, Д.Н. ЯШКОВА²

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ КРЕМНИЙОКСИУГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕФТОРИРОВАНИЯ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

В настоящее время фосфорную кислоту получают посредством разложения фосфатного сырья серной кислотой. В процессе разложения из сырья в продукционную кислоту переходят соединения фтора, кремния, железа, алюминия и т.д. Эти примеси приводят к инкрустации технологического оборудования, в особенности при концентрировании кислоты. Более того, соединения фтора и кремния, представленные в основном в виде растворимых комплексов, значительно интенсифицируют коррозию.

Достаточно эффективным методом дефторирования экстракционной фосфорной кислоты считается совмещение адсорбционной очистки и отгонки фтористых соединений в газовую фазу. Задача адсорбента в таком случае состоит в ускорении разрушения комплексных соединений фтора и поглощении образующейся при этом твердой фазы, содержащей кремнегель и фосфаты металлов. Для этого необходим адсорбент, обладающий с одной стороны развитой пористостью, а с другой – определенным набором поверхностных функциональных групп, способных взаимодействовать с комплексами фтора и кремния.

Перспективными адсорбентами для дефторирования экстракционной фосфорной кислоты могут стать пористые кремнийоксиуглеродные композиты, представляющие собой продукты внедрения углерода в структуру силикатов. Ввиду особого строения эти композиты обладают рядом преимуществ по сравнению, например, с активированным углем.

В данной работе кремнийоксиуглеродные композиты синтезированы с применением механохимической технологии на основе смесей активированного угля и белой сажи различного состава. Полученные адсорбенты испытывали на лабораторной установке по дефторированию экстракционной фосфорной кислоты.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2024-0004). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ

НАНОРАЗМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ BODIPY ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТНЫХ ИМИДАЗОЛАТНЫХ КАРКАСОВ ZIF-8

Люминофоры на основе бор(III)дипиррометенатов (BODIPY) являются высокоэффективными биосовместимыми соединениями. Функционализация структуры BODIPY атомами брома приводит к сочетанию оптимальных показателей хромофорных, флуоресцентных свойств, фотостабильности с генерацией синглетного кислорода, позволяя рассматривать их в качестве потенциальных тераностиков. Однако применение их в ФДТ осложняется высокими гидрофобностью и склонностью к агрегации большинства BODIPY в водно-органических средах. Создание биосовместимых транспортных систем на основе металлорганических координационных полимеров (МОКП), в том числе цеолитных имидазолатных каркасов (ZIF-8), может быть одним из вариантов решения этой проблемы.



Цель работы заключалась в оптимизации методики синтеза систем BODIPY@ZIF-8, сравнительном анализе влияния условий синтеза на их структурные и фотофизические характеристики.

Методики синтеза BODIPY@ZIF-8 различались по способу инкапсулирования люминофора и природе среды. Первая методика предполагала предварительное получение ZIF-8 с последующей его пропиткой концентрированным раствором BODIPY в ТГФ, что привело к адсорбции красителя на поверхности МОКП. При введении люминофора методом *in situ*, в реакционной смеси «соль цинка(II)+2-метилимидазол+BODIPY» краситель преимущественно встраивается в поры ZIF-8. Природа растворителя оказывает влияние на размер синтезированных частиц BODIPY@ZIF-8, который составил 100-120 нм, 55-70 нм и 47-49 нм при использовании ТГФ, ДМФА и смеси ТГФ/вода, соответственно. В модельной системе октанол/фосфатный буфер (pH 7.4) процесс высвобождения люминофора протекает медленно: в течение нескольких суток удаляется только краситель, адсорбированный на поверхности каркаса ZIF-8. В кислых средах (октанол/фосфатный буфер с pH 5.0 - 6.0) примерно через 24 часа наблюдается полное высвобождение BODIPY люминофора.

ОРИЕНТАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА С ИЗОТРОПНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ

Экспериментально исследовано ориентационное поведение плоских слоев смесей жидких кристаллов (ЖК) на основе слабо и сильнополярных мезогенных соединений, а также исходных ЖК компонентов при контакте с изотропной жидкостью, в том числе содержащей ионы/примесные молекулы. В работе использовались ЖК смеси на основе слабополярных азоксисоединений и сильнополярных цианопроизводных. В качестве изотропных жидкостей использовались: апиrogenная вода, электролит (водный раствор хлорида натрия с различным значением pH) и водный раствор синтетических амфифилов (SDS). Изучение ориентационного поведения ЖК проводилось с помощью поляризационно-оптической микроскопии. Мы вызывали ориентационный переход в ЖК от планарной к гомеотропной ориентации путем вариации концентрации ионов/амфифилов в воде.

В ходе работы обнаружено, что с увеличением концентрации цианопроизводных в ЖК смеси происходит спонтанный переход от планарной ориентации к гомеотропной на границе раздела ЖК-вода.

Установлено, что переход от планарной ориентации ЖК к гомеотропной на границе раздела ЖК- изотропная жидкость может быть вызван как составом водной среды (присутствие ионов/SDS в воде), так и составом ЖК смеси или комбинированным взаимодействием обеих фаз.

Полученные результаты углубляют фундаментальное понимание процессов, проходящих на границе раздела анизотропная-изотропная жидкость и могут быть использованы при разработке высокочувствительных жидкокристаллических сенсоров химических и биологических примесей.

Работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Грант № FSPZ-2023-0004)

А.В. ДУБЦОВ¹, С.В. ПАСЕЧНИК¹, Б.А. УМАНСКИЙ²

¹РТУ МИРЭА

²Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова, Курчатowski комплекс кристаллографии и фотоники, НИЦ Курчатowski институт

ФОТОИНДУЦИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ ПРИ КОНТАКТЕ С ВОДОЙ

В работе исследованы процессы изменения ориентационной структуры фоточувствительных жидких кристаллов на границе раздела жидкий кристалл – вода в условиях воздействия УФ излучения.

Объектами исследования являлись, плоские слои фоточувствительного нематического жидкого кристалла на основе азоксибензола, контактирующего с водой.

Исследование изменений ориентационной структуры фоточувствительных жидких кристаллов проводилось с помощью метода поляризационно-оптической микроскопии.

Воздействие УФ излучения вызывало *транс-цис* изомеризацию молекул фоточувствительного жидкого кристалла. Установлено, что УФ облучение слоя ЖК, находящего в контакте с водой, приводит к уменьшению энергии сцепления ЖК на водной границе раздела, сопровождаемому экспоненциальным уменьшением угла отклонения поверхностного директора на водной границе раздела.

Полученные результаты анализируются в рамках предложенной ранее феноменологической модели.

Работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Грант № FSFZ-2023-0004)

А.В. ДУБЦОВ¹, С.В. ПАСЕЧНИК¹, Б.А. УМАНСКИЙ²

¹РТУ МИРЭА

²Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова, Курчатowski комплекс кристаллографии и фотоники, НИЦ Курчатowski институт

ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД НЕМАТИК-СМЕКТИК В УСЛОВИЯХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Используя поляризационно-оптическую микроскопию, мы изучили оптические текстуры и внутренне ориентационное упорядочение жидкого кристалла (ЖК) 8СВ в условиях цилиндрических пространственных ограничений. Такое пространственное ограничение задавалось путем заполнения 8СВ в сквозные цилиндрические микропоры трековых мембран из полиэтилентерефталата в условиях отсутствия ориентирующих покрытий. Применяемые трековые мембраны содержали хаотично расположенные поры, направленные перпендикулярно плоскости полиэтилентерефталатной пленки. Детальный анализ поляризационно-оптических текстур 8СВ показал, что стенки пор мембран вызывают планарную ориентацию молекул ЖК в плоскости мембраны. Данные граничные условия приводили к формированию планарно-биполярной конфигурации директора ЖК в нематической фазе с осью симметрии вдоль оптической оси мембраны. Обнаружено, что при охлаждении образца в смектическую SmA фазу планарные граничные условия и цилиндрическое ограничение вызывают волнообразное искривление смектических слоев 8СВ, сопровождающееся наблюдением специфической периодической текстуры.

Результаты работы демонстрируют, что искривление смектических слоев характерно не только для наблюдаемых ранее смектических сферических оболочек, но и цилиндрических смектических микроструктур.

Работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Грант № FSFZ-2023-0004)

Ю.В. ЕРЕМЕЕВА, Г.Б. ГУСЕВА, Е.В. АНТИНА
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова
Российской академии наук

СТРУКТУРНАЯ МОДИФИКАЦИЯ BODIPY ЛЮМИНОФОРОВ ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ДИАГНОСТИКИ И ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Борфторидные комплексы дипиррометенов (BODIPY) приобретают все большую популярность в качестве перспективных люминофоров для биологических и медицинских применений. К сожалению, большинство BODIPY красителей гидрофобны, поэтому управление характеристиками растворимости и фотофизическими свойствами BODIPY люминофоров в органических и водно-органических средах является весьма актуальной проблемой.



Задача наших исследований – комплексная функционализация, позволяющая: сместить максимумы характеристических полос поглощения и флуоресценции BODIPY люминофора в область фототерапевтического окна, наделить его свойствами эффективного фотосенсибилизатора и усилить средство к гидрофильным биоструктурам (рис.).

В докладе будут рассмотрены: направления функционализации BODIPY люминофоров за счет галогенирования пиррольных ядер (Br, I), введения остатков карбоновых кислот и их сложных эфиров, в том числе с биологически активными терпеноидами; основные закономерности влияния структурных и сольватационных факторов на спектрально-люминесцентные свойства, фотостабильность, липофильность, сродство к биоструктурам, pH-стабильность в органических и водных средах галоген-BODIPY люминофоров, содержащих в α - и *мезо*-положениях дипиррометенового остова остатки карбоновых кислот и их сложные эфиры; рекомендации возможного применения бор(III)дипиррометенатов в качестве флуоресцентных биомаркеров и тераностических агентов для биовизуализации и фотодинамической инактивации патогенных микроорганизмов.

А.А. ЖУКОВИЧ-ГОРДЕЕВА¹, А.В. КУЗНЕЦОВ², Т.П. ТКАЧЕНКО¹,
Е.П. ПОЖИДАЕВ

¹Физический институт академии наук им. П.Н. Лебедева

²Московский авиационный институт

ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ СВЕТОРАССЕЯНИЯ В ГОМЕОПЛАНАРНЫХ СТРУКТУРАХ СМЕКТИЧЕСКОГО С* СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

В физике жидких кристаллов одним из объектов исследования являются гибридно-ориентированные или гомеопланарные структуры жидкого кристалла (ЖК), где на одной подложке в ЖК-ячейке формируют гомеотропную ориентацию, т.е. директор располагается перпендикулярно подложке, и на второй подложке – планарную, т.е. параллельное расположение директора относительно подложки. У нематических ЖК в гомеопланарных структурах наблюдается непрерывное изменение направления директора от одной подложки к другой, а у холестерических ЖК – оси геликоида. Смектические С* сегнетоэлектрические ЖК (С*ЖК) в гомеопланарной ориентации ранее не изучались, и мы впервые обращаемся к этой теме.

В отличие от нематических и холестерических ЖК, у С*ЖК гомеопланарные граничные условия приводят к формированию хаотического пространственного распределения локальных осей геликоида, что приводит к формированию доменов разных размеров с резкими границами и скачкообразным изменением ориентации осей. Такое распределение перестраивается электрическим полем, что вызывает электроуправляемое рассеяние света, как в композитах «полимер – ЖК».

В работе использован С*ЖК с шагом геликоида $r_0 \approx 100$ нм. В качестве ориентантов использовались: полиимид на основе ПМДА-ОДА – для получения планарных граничных условий на одной из подложек ЖК-ячейки, и хромолан – для обеспечения гомеотропных граничных условий на второй подложке.

Режим электроуправляемой модуляции рассеяния неполяризованного света наблюдается на частотах до 2 кГц, при этом время отклика около 100 микросекунд, что на один-два порядка меньше, чем в известных композитах «полимер-ЖК».

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 24-22-00239

И.В. КАСЬЯНОВА, А.В. МАМОНОВА, В.В. АРТЕМОВ,
А.А. ЕЖОВ, И.В. СИМДЯНКИН, А.Р. ГЕЙВАНДОВ,
С.П. ПАЛТО, М.В. ГОРКУНОВ

Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова, Курчатowski
комплекс кристаллографии и фотоники, НИЦ Курчатowski институт

ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МЕТАПОВЕРХНОСТЕЙ

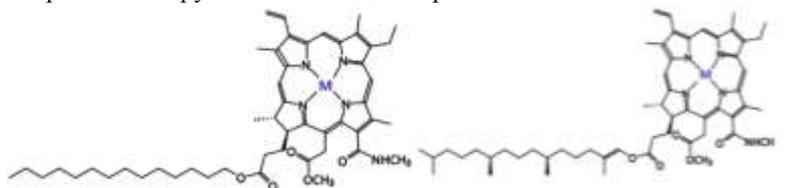
Использование жидких кристаллов в фотонике открывает возможности для дизайна компактных и эффективных оптических устройств, управляемых электрическим полем, таких как дифракционные решетки, микролинзы, отклонители луча, вихревые, спектральные и поляризационные фильтры и многие другие. Модуляция распределения поля директора ЖК в данных оптических элементах как правило задается фоточувствительными слоями, на которых создаются ориентационные паттерны при облучении поляризованным светом. Научная группа Института кристаллографии им. А.В. Шубникова разработала оригинальный метод получения переключаемых жидкокристаллических модуляторов света на основе ориентирующих пленок, обработанных сфокусированным ионным пучком. В его основу легло открытие, что обработка пучком ионов галлия поверхности стандартной планарно ориентирующей пленки полиимида на подложке приводит к локальному, на шкале до десятков нанометров, изменению ориентирующих свойств на вертикальные. Этот эффект открыл возможности по заданию практически произвольной формы фазового профиля проходящей световой волны за счет бинарной модуляции граничных условий, обеспечивающих пространственно-периодическую модуляцию директора прилегающего ЖК. Развитие метода привело к созданию ЖК-метаповерхностей с выраженными дифракционными свойствами в видимом диапазоне. Наряду с симметричными дифракционными решетками, нами разработаны метаповерхности со сложным фазовым профилем, действующие как отклонители луча в выбранный дифракционный порядок, в том числе с возможностью электро-оптического переключения между несколькими порядками, решетки с равномерным распределением света между многими дифракционными порядками, микролинзы с высокой оптической силой при большом апертурном числе.

В докладе обсуждаются закономерности самоорганизации ЖК-метаповерхностей на подложках, обработанных сфокусированным ионным пучком, их электрооптические свойства и принципы дизайна и экспериментального создания фотонных устройств на их основе.

А.А. КУЗЬМИНА, А.А. ПИЧУРОВА, И.В. НОВИКОВ,
В.В. АЛЕКСАНДРИЙСКИЙ, В.А. БУРМИСТРОВ
Ивановский государственный химико-технологический университет

ХИРАЛЬНАЯ ИНДУКЦИЯ СПИРАЛЬНОЙ МЕЗОФАЗЫ АМФИФИЛЬНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ХЛОРИНА Е6 И ИХ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСАМИ

В работе проведено экспериментальное и теоретическое исследование структуры и свойств хиральных амфифильных соединений эфира хлорина е6 13(N)-метиламид-15-метил,17-алкила (17-пентадецил и 17-фитил) и их комплексов Ni на эффективность спирального скручивания в жидких кристаллах.



Методом поляризационной микроскопии обнаружено образование хиральных нематических фаз путем допирования смеси цианофенилов макрогетероциклами. Показано увеличение эффективности хиральной индукции и термической дестабилизации мезофазы при комплексообразовании. Измерены значения температуры просветления и шага спирали, рассчитаны наклоны фазовых диаграмм β и НТР (helical twisting power). Методом поляризационной спектроскопии определены ориентационные параметры порядка примесей в жидких кристаллах (ЖК). Изучены диэлектрические свойства систем ЖК–МГЦ в пределах хиральных нематиков и изотропных фаз, рассчитаны значения коэффициентов корреляции Кирквуда.

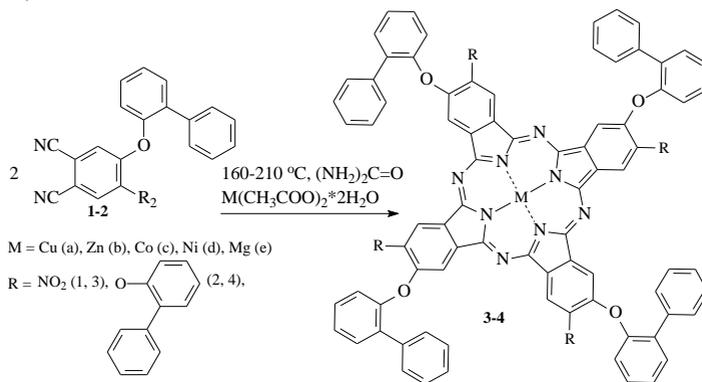
Показано, что основной причиной уменьшения анизотропии диэлектрической проницаемости при индукции спиральных фаз является трехмерная компенсация молекулярных диполей ЖК. С помощью квантово-химического моделирования сольватов МГЦ установлены особенности влияния структуры алифатических цепей и комплексообразования на физические свойства индуцированных мезофаз.

Работы проводились в рамках гос. задания Министерства науки и высшего образования Российская Федерация (№ FZZW-2023-0009)

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ
МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ С 2-ФЕНИЛФЕНОКСИ-
ГРУППАМИ К ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ**

На основе 4-бром-5-нитрофталонитрила синтезированы 4,5-ди(2-фенилфенокси)фталонитрил **1** и 4-(2-фенилфенокси)-5-нитрофталонитрил **2**. Фталонитрилы **1** и **2** идентифицированы с привлечением данных элементного анализа, MALDI-TOF-спектрометрии, ^1H и ^{13}C ЯМР, ИК спектроскопии, а также термогравиметрии.

Далее на основе соединений **1** и **2** «нитрильным» методом получены соответствующие октазамещенные металлофталоцианины (схема).

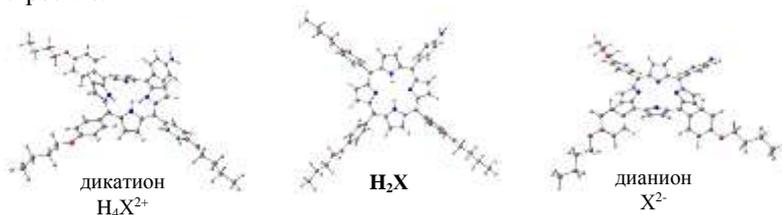


Целевые производные фталоцианина идентифицированы с привлечением данных элементного анализа, MALDI-TOF-спектрометрии, ^1H ЯМР, ИК и электронной спектроскопии, а также термогравиметрии. Изучено влияние природы введенных заместителей и металлов-комплексобразователей на физико-химические свойства синтезированных соединений.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации, тема № FZZW-2023-0009

КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА НЕСИММЕТРИЧНО ЗАМЕЩЕННОГО ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНА

На примере несимметрично замещенного тетрафенилпорфирина H_2X с тремя алкилокси ($-\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$) и одной амино ($-\text{NH}_2$) группами рассмотрены процессы протонирования и депротонирования, протекающие в кислой или щелочной средах. Методом DFT/B3LYP/def2TZVP с использованием программы ORCA выполнена геометрическая оптимизация пяти форм: H_2X , H_3X^+ , H_4X^{2+} , HX^- и X^{2-} . Все формы имеют одинаковое число электронов и замкнутую электронную оболочку (мультиплетность = 1). Две формы (H_2X и HX^-) имеют почти плоское строение макрогетероцикла (МГЦ), остальные формы – седлообразное строение.



Показано, что энергии граничных орбиталей возрастают при уменьшении числа протонов в молекулярной форме, что приводит к повышению электронодонорных и понижению электроноакцепторных свойств в ряду: $\text{H}_4\text{X}^{2+} \rightarrow \text{H}_3\text{X}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{X} \rightarrow \text{HX}^- \rightarrow \text{X}^{2-}$. Чем больше отклонение от плоского строения у ионизированных форм МГЦ, тем меньше разница ΔE в энергии граничных орбиталей $E_{\text{НСМО}}-E_{\text{ВЗМО}}$.

Протонирование H_2X , сопровождающееся образованием связей N-H, вызывает понижение, а депротонирование H_2X – повышение энергии системы. Рассчитаны энергии протонирования и депротонирования H_2X , которые в ряду $\text{H}_4\text{X}^{2+} \rightarrow \text{H}_3\text{X}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{X} \rightarrow \text{HX}^- \rightarrow \text{X}^{2-}$ составили -476.4, -267.0, 0, 359.8, 792.0 ккал/моль, соответственно. Сравнение полученных характеристик для пяти форм H_2X с аналогичными характеристиками катионных и анионных форм незамещенного порфирина H_2P позволило оценить эффект заместителей.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ (грант № FZZM-2023-0009)

Ю.Г. КУРАЕВА, Л.А. ОНУЧАК

Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ИЗОМЕРСЕЛЕКТИВНЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ И ПРОИЗВОДНЫХ ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ

Жидкие кристаллы (ЖК) благодаря упорядоченному расположению молекул в температурной области мезофазы зарекомендовали себя как высокоселективные сорбенты по отношению к структурным изомерам в условиях газо-жидкостной хроматографии. В практике хиральной газовой хроматографии наибольшее практическое применение нашли сорбенты на основе циклодекстрина (ЦД) и его производных, растворенных в полимере или привитых к полимерной цепи.

В работе на примере супрамолекулярного смектико-нематического ЖК 4-(3-гидроксипропилокси)-4'-формилазобензола (ГПОФАБ) и четырех производных β -ЦД изучено влияние природы заместителя в молекуле макроцикла на структуру мезофаз, их сорбционную емкость и селективность по отношению к структурным и оптическим изомерам. Установлено, что в композиционном сорбенте «ГПОФАБ – *гептакис*-(2,3-*О*-диацетил-6-*О*-тозил)- β -ЦД» в смешанной S_A фазе ярко выражены сольватационные эффекты «ЖК-макроцикл». Это приводит к уменьшению удерживания сорбатов по сравнению с исходным ЖК, а также повышению *пара-мета*-селективности к изомерам ксилола и выраженной энантиоселективности по отношению к малополярным оптическим изомерам. Менее полярные ацетильные и метокси-группы слабее взаимодействуют с полярными терминальными заместителями молекулами ГПОФАБ, поэтому для композиционных сорбентов, содержащих *гептакис*-(2,6-ди-*О*-метил)- β -ЦД, *гептакис*-(2,3,6-три-*О*-ацетил)- β -ЦД и частично ацетилированный β -ЦД со степенью замещения 87 %, сольватационные эффекты «ЖК – макроцикл» проявляются в меньшей степени, что приводит к понижению *пара-мета*-селективности по сравнению с исходным ГПОФАБ. Эти три сорбента проявляют умеренно выраженные энантиоселективные свойства по отношению к малополярным оптическим изомерам за счет внутрисферного комплексообразования по типу «гость – хозяин». По отношению к полярным энантиомерам высокая энантиоселективность обнаружена у сорбента, содержащего *гептакис*-(2,6-ди-*О*-метил)- β -ЦД, обусловленная образованием внешнесферных комплексов с незамещенными ОН-группами в молекуле макроцикла.

А.Д. КУРИЛОВ^{1,2}, А.В. ГУБАРЕВА², Н.С. ПАРАЩУК^{1,2},
А.И. СМИРНОВА³, Н.В. УСОЛЬЦЕВА³, Д.Н. ЧАУСОВ^{1,2}

¹Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН

²Государственный университет просвещения

³НИИ наноматериалов, Ивановский государственный университет

ДИНАМИЧЕСКАЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ТРИДЕЦИЛАТА ХОЛЕСТЕРОЛА

Разработана автоматизированная экспериментальная установка динамической диэлектрической спектроскопии термотропных жидкокристаллических материалов с ошибкой задания температуры не более 0,02°C и неравномерностью температуры по всей площади жидкокристаллической ячейки, не превышающей 0,05°C. Регистрация диэлектрического спектра осуществляется менее чем за секунду, что позволяет исследовать динамические процессы, такие как фазовые превращения и ориентационная релаксация в динамически меняющихся полях. Предоставлено детальное описание разработанной экспериментальной установки, позволяющей проводить исследования монотропных и метастабильных фазовых состояний.

Методами дифференциальной сканирующей калориметрии и динамической диэлектрической спектроскопии обнаружен монотропный метастабильный Cr₁–Cr₂ фазовый переход в тридецилате холестерина, возникающий при плавлении. Показано, что данный переход не наблюдается при использовании статических методов, таких как поляризационная оптическая микроскопия и классическая диэлектрическая спектроскопия. Полученный результат подчеркивает важность использования комбинированных динамических методов, таких как ДДС и ДСК, для всестороннего исследования полиморфизма жидкокристаллических соединений.

Описанные методика и экспериментальная установка представляют собой важный шаг в исследовании жидкокристаллических материалов и могут быть успешно применены при разработке новых жидкокристаллических материалов и смесей с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ (грант № FZZM-2023-0009)

Р.Н. КУЧЕРОВ¹, А.Д. КУРИЛОВ^{1,2}, А.И. СМИРНОВА³,
Д.Н. СТОЛБОВ³, В.А. ЖАЧКИН², М.К. КУЗЬМИН²,
Н.В. УСОЛЬЦЕВА³, Д.Н. ЧАУСОВ^{1,2}

¹Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН

²Государственный университет просвещения

³НИИ наноматериалов, Ивановский государственный университет

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ХОЛЕСТЕРИЧЕСКОГО ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

Изучено влияние малослойных графитовых фрагментов (МГФ) на реологические свойства холестерического жидкого кристалла тридецилата холестерина (Х-20). Исследования проводились в осцилляционном (не разрушающем) режиме в условиях изменения частоты внешнего воздействия и температуры. Жидкокристаллическая (ЖК) матрица Х-20 обладает двумя мезоморфными состояниями: смектическая А фаза (SmA) и хиральная нематическая фаза (N*). Наночастицы МГФ имеют плоскую с загнутыми краями форму с размерами порядка 20 нм и количеством слоёв от 4 до 8.

Допирование матрицы Х-20 наночастицами МГФ в малых концентрациях (0,005 и 0,02 мас. %) приводит к смещению температур фазовых переходов в сторону повышения. Это является следствием изменения поля директора вблизи поверхности наночастиц.

Добавление МГФ в ЖК-матрицу также влияет на соотношение между вязкими и упругими параметрами систем Х-20/МГФ, что выражается в изменении температурных зависимостей модуля сдвига композиций Х-20/МГФ по сравнению с Х-20. При этом частотные зависимости также претерпевают изменение. Кроме того, в композициях наблюдается увеличение устойчивости системы к внешнему воздействию в N* фазе. Так если в N* фазе в режиме охлаждения у чистого Х-20 при увеличении сдвиговой частоты более 10 рад/с происходит резкое уменьшение вязкости, то добавление наночастиц МГФ позволяет расширить частотный диапазон, на котором вязкость не изменяется, до 100 рад/с. Вероятнее всего, это является следствием изменения параметра порядка молекул Х-20 на поверхности наночастиц МГФ.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ (грант № FZZM-2023-0009)

А.И. ЛАРИОНОВ¹, А.В. ЕВДОКИМОВА², А.В. АГАФОНОВ²

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ И ЖЕЛЕЗА

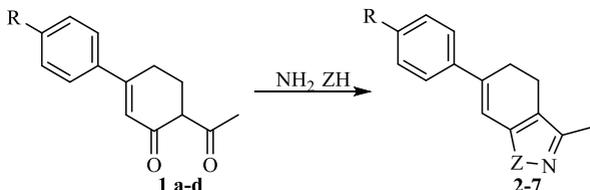
Существует множество способов получения фотокатализаторов (физических, химических, биологических). Известнейшим фотокатализатором является диоксид титана, который эффективно функционирует при экспозиции ультрафиолетовому свету, хотя он обладает низкой пористостью. Оксиды железа, напротив, характеризуются высокой пористостью. Несколько исследований выявили, что оксиды железа могут служить фотокатализаторами для различных типов удаления красителей. Оксиды меди рассматриваются как потенциальные фотокатализаторы из-за узкой запрещенной зоны. Улучшение сорбционных или фотокаталитических свойств возможно с применением бинарных оксидных или тройных систем.

Методы синтеза могут играть важную роль в формировании свойств поверхности и структуры получаемых материалов. Бинарные оксиды Cu–Fe могут быть синтезированы методами совместного осаждения, гидротермальным, золь-гель и различными вариациями метода сжигания. Метод сжигания химического раствора позволяет получить структуры нужной формы с высокой удельной поверхностью. Предыдущие исследования показали, что метод подводной плазмы может использоваться для получения чистых оксидов, легированных оксидов и бинарных систем. В данной работе было проведено сравнение характеристик материалов, полученных методом химического сжигания и подводной плазмы, а также изучены их сорбционные и фотокаталитические свойства.

Сравнение двух методов синтеза, химического сжигания и подводной плазмы, показало, что оба способа не позволяют получить бинарные оксиды Cu–Fe. Благодаря подвижности плазменной зоны и использованию одного типа топлива при горении, были получены системы из смесей оксидов меди и железа с разными степенями окисления. Полученные материалы демонстрировали высокую сорбционную и фотокаталитическую активность для различных типов красителей. Повторное использование структур показало, что снижение эффективности происходит из-за уменьшения сорбционной емкости.

СИНТЕЗ КОНДЕНСИРОВАННЫХ АЗОЛОВ РЕАКЦИЕЙ 3-АРИЛ-6-АЦЕТИЛЦИКЛОГЕКС-2-ЕНОНОВ С БИФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ НУКЛЕОФИЛАМИ

Интерес к 6-ацилзамещенным циклогексенонам, существующим в виде равновесной смеси таутомеров, связан с их амбидентностью и возможностью протекания реакций с бифункциональными нуклеофилами с участием обеих функциональных групп, что открывает перспективы синтеза новых классов жидкокристаллических и анизотропных веществ. Это свойство β -дикарбонильных соединений может быть использовано для образования продуктов циклизации с выходом на конденсированные азотсодержащие гетероциклы. Цель настоящей работы состояла в изучении реакции 3-арил-6-ацетилциклогекс-2-енонов **1a-d** с бифункциональными N-нуклеофилами общей формулы $\text{NH}_2\text{-ZH}$ (гидразином, фенилгидразином и гидроксиламином) для получения конденсированных азолов и выяснения регионарности реакции в случае несимметричных реагентов.



1a, 2: $\text{R} = \text{CH}_3\text{O-}$, $\text{ZH} = \text{-NH}_2$; **1b, 3:** $\text{R} = 4\text{-C}_5\text{H}_{11}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{-}$, $\text{ZH} = \text{-NH}_2$;

1c, 4: $\text{R} = 4\text{-C}_2\text{H}_5(\text{C}_6\text{H}_{11})\text{-}$, $\text{ZH} = \text{-NH}_2$; **1b, 5:** $\text{R} = 4\text{-C}_5\text{H}_{11}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{-}$, $\text{ZH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH-}$;

1d, 6: $\text{R} = \text{C}_6\text{H}_5\text{-}$, $\text{ZH} = \text{HO-}$; **1b, 7:** $\text{R} = 4\text{-C}_5\text{H}_{11}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{-}$, $\text{ZH} = \text{HO-}$.

Показано, что кипячение 6-ацетилциклогекс-2-енонов **1a-c** с гидразином в метаноле приводит к образованию с выходом 72–90 % 3-арилзамещенных 4,5-дигидро-1*H*-индазолов **2–3**. Взаимодействие кетона **1b** с фенилгидразином протекает региоселективно с выделением *N*-фенилзамещенного индазола **5** в качестве единственного продукта. Реакция циклогексенонов **1d** и **1b** с гидроксиламином в спиртах приводит к соответствующим монооксимам по внециклической карбонильной группе, в то время как кипячение их в толуоле с солянокислым гидроксиламином в присутствии ацетата натрия позволяет выделить 4,5-дигидробензо[*d*]изоксазолы **6,7** с выходом 90–95 %.

В.Н. МИРОНЮК¹, Т.Я. КАРАТЫШОВА¹, А.И. СМИРНОВА²,
Н.В. УСОЛЬЦЕВА², Н.И. ГИРИЧЕВА², Е.Г. ГЛУХОВСКОЙ¹

¹Саратовский госуниверситет им. Н.Г. Чернышевского

²НИИ наноматериалов, Ивановский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОТОНИРОВАНИЯ МОЛЕКУЛ ПОРФИРИНА В ПЛАВАЮЩИХ СЛОЯХ ЛЕНГМЮРА И ПЛЕНКАХ НА ТВЕРДЫХ ПОДЛОЖКАХ

Организация молекул производных порфиринов в пленках является очень важным фактором при проектировании и создании молекулярных устройств. Она непосредственно зависит от свойств самой молекулы и от того, в каком она находится состоянии – в нейтральном, протонированном, депротонированном. Изменение состояния достигается изменением окружения молекул порфирина, в частности смещением величины рН или добавлением в их окружение молекул анионных поверхностно активных веществ (ПАВ).

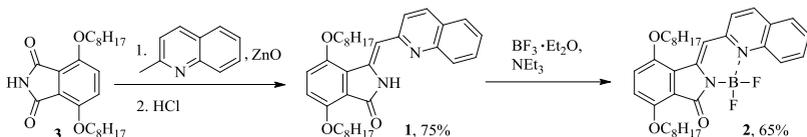
В работе исследовано протонирование молекул 5-(4-гидроксифенил)-10,15,20-трис(4-гексадецилоксифенил)порфирина (Р-ОН) в составе плавающего ленгмюровского слоя, сформированного на поверхности водного раствора ортофосфорной кислоты (H_3PO_4) различной концентрации (С), а также в составе многослойных пленок, перенесенных с поверхности водного раствора H_3PO_4 .

Анализ спектров поглощения показал, что в плавающих слоях протонирование молекул Р-ОН зависит не только от концентрации H_3PO_4 , но и степени сжатия молекул исследованного порфирина в плавающем слое. В более разреженном состоянии на спектрах присутствуют пики, соответствующие протонированной форме и образованию J-агрегатов Р-ОН, при сжатии они уменьшаются, а вместе с этим увеличиваются пики, соответствующие нейтральной форме J-агрегатов Р-ОН. Протонирование и образованию J-агрегатов и наблюдалось также при добавлении в водную субфазу додецилсульфата натрия (ДДС). Найдена оптимальная концентрация ДДС, при которой наблюдается максимальное протонирование Р-ОН, равная 10^{-4} М. Спектральные исследования показали, что молекулярные агрегаты, сформированные в плавающих слоях, остаются и после переноса слоев на твердые подложки. Протонирование и агрегация зависела от температуры пост-обработки пленок на твердых подложках.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского Научного Фонда (проект № 21-73-20057) и Саратовского государственного университета

СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА 4,7-БИС-(ОКТИЛОКСИ)-3-ХИНОЛИН-2- ИЛМЕТИЛЕН)-ИЗОИНДОЛИН-1-ОНА И ЕГО БОРФТОРИДНОГО КОМПЛЕКСА

Одной из наиболее изучаемых в настоящее время групп нециклических полипиррольных соединений является группа комплексов бора с дипиррометенами (BODIPY). Неменьший интерес представляют несимметричные аналоги BODIPY, благодаря уменьшению π - π -взаимодействий в твердом состоянии. Это обуславливает наличие интенсивной флуоресценции комплексов бора, как в растворах, так и в твердой фазе, а также приводит к увеличению Стоксовых сдвигов. К числу вышеописанных соединений относится комплекс бора (**2**) с (*E,Z*)-4,7-бис-(октилокси)-3-хинолин-2-илметилен)изоиндолин-1-оном (**1**)



Синтез соединения **1** осуществляли взаимодействием 4,7-бис-(октилокси)изоиндолин-1,3-диона (**3**) с оксидом цинка в среде хинальдина с последующей обработкой соляной кислотой. Затем реакцией **1** с эфиром трехфтористого бора в присутствии триэтиламина был получен борный комплекс **2**. Строение и состав соединений подтверждали масс-спектрометрией MALDI-TOF, ЯМР ^1H и ^{13}C , ИК-спектроскопией.

Были исследованы спектрально-люминесцентные свойства полученных соединений (**1**, **2**). Обнаружено, что комплекс **2** обладает интенсивной люминесценцией с высоким квантовым выходом.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (тема № FZZW-2024-0004). Исследования проведены с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)

В.П. ПАНОВ¹, А.В. ДУБЦОВ², L.K. MIGARA³, JANG-KUN SONG¹

¹Sungkyunkwan University, Suwon, Republic of Korea

²РТУ МИРЭА

³Sri Lanka Technology Campus, Padukka, Sri Lanka

БЕГУЩИЕ ВОЛНЫ ОРИЕНТАЦИИ ДИРЕКТОРА В ХИРАЛЬНЫХ НЕМАТИКАХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ С НАРУШЕННОЙ ТЕМПОРАЛЬНОЙ СИММЕТРИЕЙ

Мы сообщаем о новом явлении непрерывной переориентации наклона директора ЖК в гомеотропных ячейках, заполненных нематиком с отрицательной диэлектрической анизотропией. Показано, что последовательность импульсов электрического поля в сочетании с хиральностью необходима для создания впечатляющего примера нарушения симметрии вращения-времени.

При помещении образца между скрещенными поляризаторами, бегущие волны наблюдаются в виде постоянно движущихся темных и светлых полос. Это обусловлено изменением азимутального угла нематического директора с каждым последующим циклом электрического поля. Представленные ранее стоячие волны наблюдаемые в подобных ячейках не являются частным случаем нашего явления. Это два отдельных топологических фазовых состояния, соответствующие кристаллическому состоянию и состоянию «кристалла времени». Данное явление создаёт новые вызовы для теоретического понимания и моделирования.

Использование электрических сигналов с нарушенной симметрией времени позволяет управлять и полярным и азимутальным углами директора прикладывая поле только вдоль одной оси, таким образом открывая путь к новым приложениям.

Также будет представлен портативный прототип устройства, демонстрирующего управление бегущими волнами ориентации директора в режиме реального времени.

ПОИСК СЕЛЕКТИВНОГО МЕТОДА СИНТЕЗА МОНО- И БИС(ХЛОРЭТИЛ)АМИНО ПРОИЗВОДНЫХ ГУАНАЗОЛА

Одной из основных задач фармацевтической химии является поиск и разработка наиболее эффективных и безопасных лекарственных препаратов. Особое место в исследованиях, связанных с разработкой методов синтеза таких препаратов, занимают пятичленные гетероциклические соединения, содержащие атомы азота и серы. Наиболее доступными для химической модификации являются тиadiaзольные и триазольные фрагменты, а именно производные диаминов, которые имеют в своем составе реакционные концевые аминогруппы и циклический атом азота. Предыдущие исследования показали, что циклический атом азота как в триазольном фрагменте, так и в тиadiaзольном, вступает в реакции *N*-алкилирования. Поэтому в качестве объекта исследования в данной работе выбран 3,5-диамино-1*H*-1,2,4-триазол (гуаназол), который обладает антибактериальной, противовирусной, противогрибковой и противоопухолевой активностями.

Ранее продукты алкилирования гуаназола 2-хлорэтанолом не рассматривались как потенциальные соединения, обладающие биологической активностью. В литературе отсутствуют сведения об их алкилировании. Учитывая наличие двух описанных выше реакционных центров, можно получать соединения, содержащие в своем составе как моно-, так и бис(хлорэтил)аминогруппы.

Для формирования бис(хлорэтиламино)группы вначале проводят *N*-алкилирование соответствующими алкилирующими агентами с получением гидроксиприльной группы. А далее реакцией замещения гидроксигруппы на галоген действием хлористого тионила или хлорокиси фосфора получают целевой заместитель. Реакции такого типа осложняются тем, что при введении 2-хлорэтанола в реакционную массу, образуется смесь продуктов, разделить которую бывает затруднительно. Большинство традиционных методов синтеза требуют жестких условий с использованием сильных оснований и высоких температур. Поэтому данная работа направлена на поиск селективного метода синтеза моно- и бис(хлорэтил)амино производных гуаназола.

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПОВЕДЕНИЕ КРУПНЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПАТТЕРНОВ В ФОТОАКТИВНЫХ ХИРАЛЬНЫХ НЕМАТИКАХ

Топологические солитонные структуры в хиральных нематических жидких кристаллах нашли широкое применение в оптике и фотонике в качестве различных составляющих оптических элементов [1, 2]. Метод, основанный на пространственно-неоднородных изменениях шага холестерической спирали, позволяет создавать различные как статичные, так и уникальные вращающиеся структуры при помощи сфокусированного ультрафиолетового Гауссова пучка мощностью всего от ~10 до ~100 нановатт [3, 4]. Динамические солитоны позволяют расширить область применения локализованных жидкокристаллических структур вплоть до микромеханических транспортных систем, что, однако, требует точного контроля параметров наблюдаемого динамического поведения.

Нами исследовано формирование и поведение светоуправляемых хиральных структур большого диаметра вплоть до 80 микрон, в дополнение к ранее изученным динамическим паттернам размером до 50 микрон и периодом вращения до 360 секунд [3]. Установлено, что большинство структур размером вплоть до 80 микрон продолжают демонстрировать стабильное динамическое поведение. Однако примерно в 20 % случаев наблюдаемое вращение таких паттернов самопроизвольно прерывается или полностью прекращается. Для возобновления динамического поведения нами успешно продемонстрирован метод варьирования пространственно-временных характеристик записывающего Гауссова светового пучка.

Авторы благодарят профессора Etienne Brasselet (University of Bordeaux, France) за предоставленные жидкокристаллические образцы. Работа выполнена при поддержке программы развития Приоритет 2030.

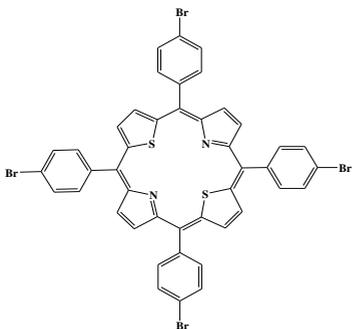
1. Hess A.J., Poy G., Tai J.B., Žumer S., Smalyukh I.I., *Phys. Rev. X*, **10**, 031042, (2020).
2. Yang B., Brasselet E., *J. Opt.* **15**, 044021, (2013).
3. Orlova T., Lancia F., Lossert C., Lamsaard S., Katsonis N., Brasselet E., *Nat. Nanotechnol.*, **13**, (2018).
4. Дармороз Д.Д., Пивень А.О., Орлова Т., *Известия высших учебных заведений. Приборостроение*, **66**, 4, 306–312 (2023).

А.О. ПЛОТНИКОВА

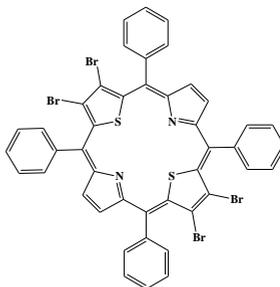
Ивановский государственный химико-технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИТИАПОРФИРИНОВ В КАЧЕСТВЕ РН-ЗАВИСИМОГО РЕЦЕПТОРА ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО СВЯЗЫВАНИЯ ПЕРХЛОРАТ-ИОНОВ

Порфирины – вещества, которые обеспечивают жизнедеятельность человека, к ним относятся гемоглобины, хлорофиллы, цитохромы, некоторые ферменты. Они нашли свое применение в ряде отраслей науки, техники и медицины, используются для хранения водорода, при фотодинамической терапии, в окислительно-восстановительном катализе, в качестве сенсоров, в нелинейной оптике и фотовольтаике.



5,10,15,20-тетракис-
[4'-бромфенил]-21,23-
дйтиапорфирин, (**p-Br**)₄ PS₂ (I)



2,3,12,13-тетрабром-5,10,15,20-
тетрафенил-21,23-
дйтиапорфирин,
(**β-Br**)₄ PS₂ (II)

Рис. Структурные формулы исследуемых веществ

В настоящей работе представлены результаты исследования взаимосвязи геометрического строения дитиазамещённых аналогов тетрафенилпорфиринов с кислотно – основными и спектральными свойствами. Обнаружена способность дважды протонированных форм бром-замещённых дитиапорфиринов координировать перхлорат – ионы в растворителе нейтральной природы, что может быть использовано для создания рецепторной платформы жидкофазных сенсорных материалов.

А.Ш. САИДГАЗИЕВ, С.В. ПАСЕЧНИК, С.С. ХАРЛАМОВ
МИРЭА – Российский технологический университет,
Проблемная лаборатория молекулярной акустики

ПОТОК ПУАЗЕЙЛЯ ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА В ПОРИСТОЙ ПЛЕНКЕ С ОРИЕНТАЦИЕЙ, СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Рассмотрена задача о влиянии анизотропии вязкости жидкого кристалла на поток Пуазейля, возникающий в цилиндрической поре субмикронного размера, где сильное ориентирующее действие поверхности стабилизирует структуру ЖК (случай условно Ньютоновской жидкости). Используя приближение равенства модулей ориентационной упругости ($K_{11} = K_{33}$) получены аналитические решения для профиля скоростей жидкого кристалла в НЖК, образующем пространственно-неоднородную (Escaped Radial – ER) ориентационную структуру. На основе полученного решения выполнен анализ влияния анизотропии вязкости и энергии поверхностного сцепления на профиль скоростей и скорость объемного расхода жидкости. Результаты теоретического анализа сравнены с экспериментальными данными, полученными при исследовании затухающего потока Пуазейля в пористых полимерных пленках (Пасечник, 2018).

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ НА СТРУКТУРУ ТРИС[1,2,4]ТРИАЗОЛО[1,3,5]ТРИАЗИНА

Рассмотрено влияние донорных заместителей на геометрические и электронные свойства соединений реально существующих изомеров тристриазолотриазина (ТТТ).

В работе выполнено квантово-химическое моделирование производных ТТТ- R_3 (Gaussian09/B97D/6-311G**) с радиальным (r-ТТТ) и тангенциальным (t-ТТТ) положением заместителей (рис.), где $R = H-, C_2H_5-, NH_2-, Ph-$. Выяснено, что среди исследуемых структур энергетически более выгодным являются производные изомера r-ТТТ вне зависимости от заместителя.

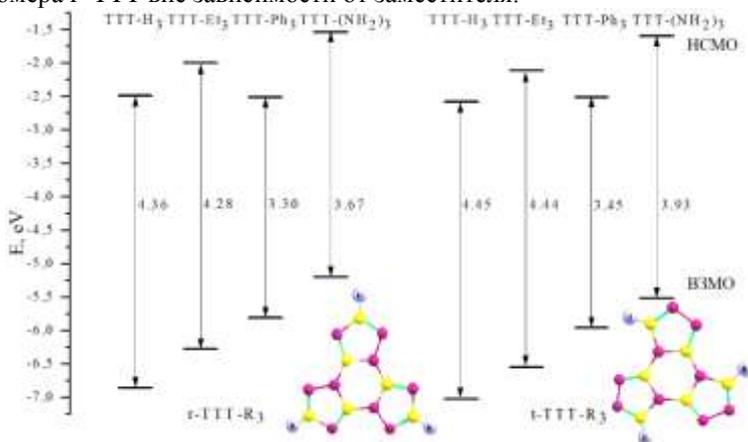


Рис. Структура и донорные свойства замещенных r- и t-ТТТ

Добавление доноров к остову ТТТ приводит к увеличению положительного заряда на атоме углерода $-C(R)$, повышению значений энергий ВЗМО и к усилению донорных свойств производных ТТТ в ряду $ТТТ-H_3 \rightarrow ТТТ-(C_2H_5)_3 \rightarrow ТТТ-Ph_3 \rightarrow ТТТ-(NH_2)_3$. Хотелось отметить, что несмотря на видимое изменение электронных характеристик изомеров, влияния заместителей на геометрические характеристики остова (длины, порядки связей, валентные углы) оказывается слабым.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (FZZM-2023-0009)

РЕЖИМЫ ОТКЛИКА ФОТОМЕХАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ОТВЕТ НА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

Фотомеханические материалы могут изменять форму при освещении светом. Такие материалы в настоящее время вызывают большой интерес ученых в связи с возможностью их применения для преобразования световой энергии в механическую, используя в том числе солнечную энергию. Особый интерес представляют материалы, содержащие молекулы с транс-цис фотоизомеризацией. Наиболее известный пример – это молекула азобензена. Более вытянутая определенная длинной волны переходит в возбужденное состояние, представленное менее вытянутой молекулой цис-изомера. В данной работе мы рассматриваем жидкокристаллические (ЖК) эластомеры, на основе полиакрилатов со встроенными в общую полимерную сеть молекулами азобензена, но ожидаем, что наш подход может быть применим к широкому спектру фотоизомеризуемых материалов.

Для эффективного использования фотомеханических материалов необходима эффективная фотоизомеризация молекул азобензена в полимере. Хотя очевидно, что именно энергия поглощенного света обеспечивает выполнение механической работы, менее ясно, какая интенсивность освещения наилучшим образом обеспечивает это. Из работ Марка Уорнера известно, что существует материальный параметр с единицами интенсивности, однако физический смысл этого параметра не был раскрыт полностью. Мы будем называть этот параметр критической интенсивностью. В данной работе мы даем явное определение критической интенсивности, измеряем физические параметры системы, позволяющие ее экспериментально определить, а затем проводим эксперименты с фотомеханическими ЖК-эластомерами для сравнения предсказаний модели, основанной на этой критической интенсивности, с наблюдаемыми результатами. Отношение интенсивности, используемой для фотоизомеризации азобензена, и критической интенсивности определяет три различных режима отклика фотомеханических ЖК-эластомеров в ответ на ультрафиолетовое облучение.

И.В. СИМДЯНКИН, А.Р. ГЕЙВАНДОВ, И.В. КАСЬЯНОВА,
С.П. ПАЛТО

Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова, Курчатовский
комплекс кристаллографии и фотоники, НИЦ Курчатовский институт

ЛОКАЛЬНЫЕ ОРИЕНТАЦИОННЫЕ ПЕРЕХОДЫ В СОСТОЯНИИ С ЛЕЖАЧЕЙ СПИРАЛЬЮ В ХЖК С ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИЕЙ

Экспериментально и численно исследованы ориентационные переходы в слое холестерического жидкого кристалла (ХЖК) с отрицательной диэлектрической анизотропией под действием неоднородного пространственно-периодического электрического поля, создаваемого с помощью системы встречно-штыревых электродов. Показано, что в межэлектродном пространстве наблюдаются переходы от планарной гранжановской текстуры, с осью спирали перпендикулярной плоскости слоя, в состояния с лежачей спиралью, когда ось спирали параллельна плоскости слоя и перпендикулярна электродным полосам. Анализ экспериментальных и численно смоделированных текстур показывает, что релаксация в исходное состояние связана с образованием локальных топологически-эквивалентных состояний с уменьшенным целым числом витков спирали на толщине слоя, включая раскрученное планарно-ориентированное состояние (рис.).

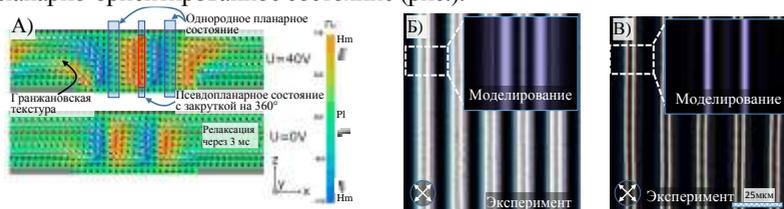


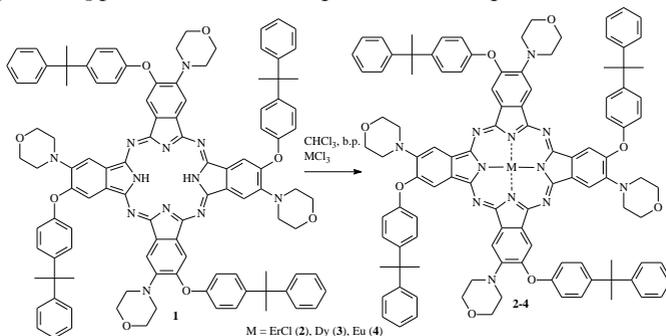
Рис. Индуцированное электрическим полем распределение директора и оптические текстуры во второй зоне Гранжана; А) численное моделирование распределения директора при включенном ($U = 40$ В) и выключенном электрическом поле; Б) текстура, наблюдаемая в поляризационном микроскопе при включенном электрическом поле в скрещенных поляризаторах с осями под 45° в плоскости xu по отношению к полоскам электродов (на вставке – результат численного моделирования вида текстуры в поляризационном микроскопе); В) то же, что и на (Б), но после выключения электрического поля

Такие индуцированные электрическим полем состояния с лежачей спиралью интересны не только своими топологическими особенностями, но и как суперпериодические структуры для электрооптических и фотонных применений.

**СИНТЕЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ФТАЛОЦИАНИНОВ,
СОДЕРЖАЩИХ КУМИЛФЕНОКСИГРУППЫ И ФРАГМЕНТЫ
МОРФОЛИНА С ЛАНТАНИДАМИ**

Благодаря наличию на периферии кумилфенокси групп и фрагментов морфолина, тетра-4-(N-морфолинил)тетра-5-[4-(1-метил-1-фенилэтил)фенокси]фталоцианин и его металлокомплексы представляют интерес в качестве материалов для создания люминесцентных материалов, катализаторов, органических солнечных элементов, пленок Ленгмюра-Блоджетт, и т.д. Известно, что наличие в макроциклическом ядре лантанидов приводит к дополнительному смещению Q полосы в область больших длин волн и придает производным фталоцианина выраженные люминесцентные свойства. При этом сведения о синтезе лантанидных комплексов подобного строения к настоящему моменту полностью отсутствуют.

Синтез лантанидных комплексов смешанно-замещенных фталоцианинов осуществляли кипячением раствора предварительно полученного тетра-4-(N-морфолинил)тетра-5-[4-(1-метил-1-фенилэтил)фенокси]фталоцианина с хлоридами некоторых f-элементов.



В работе изучены спектральные свойства синтезированных соединений, а также проведено их сравнение с ранее синтезированными кумилфеноксизамещенными фталоцианинами.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации, тема № FZZW-2023-0009

В.А. ТАНАСЕВИЧ, Т.В. КУСТОВА

Ивановский государственный химико-технологический университет

ЦИКЛОГЕКСИЛФЕНОКСИПРОИЗВОДНЫЕ ТРИАЗОЛСОДЕРЖАЩИХ ТРЕХЗВЕННЫХ ПРОДУКТОВ. СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Координационная химия играет важную роль в разработке более эффективных лекарственных "препаратов-кандидатов" с уникальными терапевтическими свойствами и перспективными фармакологическими приложениями. Для усиления фармакодинамической и фармакокинетической природы лекарственных средств были синтезированы металлокомплексы на основе триазолсодержащих трехзвенных продуктов. Комплексы металлов триазолсодержащих соединений используются в качестве антибактериальных, противогрибковых, противомаларийных, цитотоксических, противораковых, антидиабетических, антиоксидантных агентов.

Введение объемных групп придает соединениям растворимость в хлороформе, способность формировать мезофазы в растворе или при нагревании, а также каталитические, сенсорные, флуоресцентные свойства и фотодинамическую активность. Таким образом, сочетая ценные свойства прекурсоров, можно создать функциональные материалы с практически полезными свойствами.

Поэтому в данной работе был проведен синтез комплексных триазолсодержащих соединений различного строения (циклических и нециклических) с циклогексилфеноксизамещенным нитрилом, изучены их особенности строения и физико-химические свойства. Проведен прогноз спектра антибактериальной активности, цитотоксичности синтезированных продуктов взаимодействия с помощью виртуального скрининга с использованием программы Anti-Vac-Pred.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации, тема № FZZW-2023-0009

Б.А. УМАНСКИЙ

Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова, Курчатовский комплекс кристаллографии и фотоники, НИЦ Курчатовский институт

ЦИРКУЛЯРНЫЙ ДИХРОИЗМ В ХИРАЛЬНЫХ НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

Исследован циркулярный дихроизм в хиральных нематических жидких кристаллах (ХНЖК), который включает в себя собственный циркулярный дихроизм и индуцированный. Собственный дихроизм обусловлен дифракцией света на периодической структуре ХНЖК, вследствие чего одна циркулярная поляризация света отражается от слоя ХНЖК, другая проходит через слой без изменения. Индуцированный дихроизм имеет место в поглощающих ХНЖК и обусловлен влиянием закрученной структуры на величину поглощения. Было обнаружено, что собственный циркулярный дихроизм зависит от величины шага и направления закрутки спирали ХНЖК. Индуцированный дихроизм также зависит от величины шага и направления закрутки ХНЖК, кроме того, он зависит от коэффициента поглощения, от величины линейного дихроизма и взаимного спектрального расположения полосы поглощения и полосы отражения ХНЖК. В качестве ХНЖК использовались смеси нематических жидких кристалла, легированных оптически активными добавками с противоположными знаками закрутки, а также легированными дихроичными красителями с отрицательным и положительным линейным дихроизмом. Спектры циркулярного дихроизма были измерены с помощью ССD спектрометра Avantes-2048, циркулярно-поляризованный свет формировался с помощью призмы Глана-Тейлора и ахроматической четвертьволновой пластинки 10RP54-1 (Newport Corp).

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГАЗОФАЗНОЙ КИСЛОТНОСТИ ДИСУЛЬФОКИСЛОТ И ПЕРЕНОСА ПРОТОНА В ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНО МЕЗОГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ

Вопрос о взаимосвязи кислотности сульфокислот с их способностью образовывать Н-комплексы с производными пиридина, а также характеристик межмолекулярных водородных связей и свойств Н-комплексов является одним из ключевых в случае использования сульфоновых кислот в качестве компонентов мезоморфных систем. Сульфоновые кислоты из-за более выраженных кислотных свойств образуют Н-комплексы с производными пиридина преимущественно с переносом протона на атом азота, что не характерно для карбоновых кислот, которые сохраняются в молекулярной форме при образовании Н-комплексов.

В данной работе с помощью методов квантовой химии (DFT/B3LYP/cc-pVTZ, Gaussian09) определены энергетические характеристики процесса газофазного депротонирования ряда ароматических дисульфокислот, рассчитаны потенциальные функции переноса протона в их Н-комплексах с 4-пиридил-4'-пропилоксибензоатом с целью установления влияния кислотности на процессы комплексообразования.

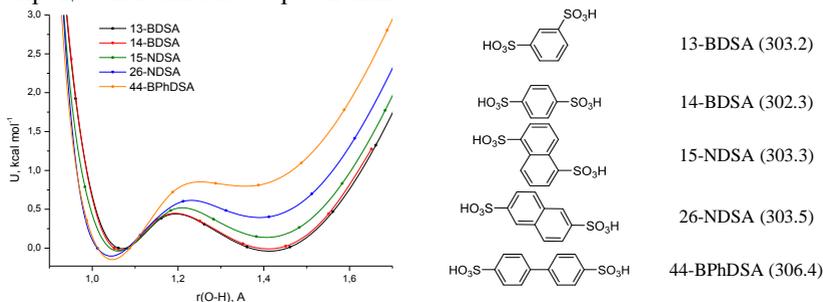


Рис. Потенциальные функции переноса протона в исследуемых Н-комплексах и энергия Гиббса депротонирования дисульфокислот ($(\Delta_r G^0_{298})_1$, ккал/моль)

Из рисунка видно, что более выраженная газофазная кислотность приводит к меньшим различиям в электронной энергии двух структур и меньшему барьеру перехода между ними.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00091, <https://rscf.ru/project/22-73-00091/>

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД КАПИЛЛЯРНОГО ПОТОКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОГО КРИСТАЛЛА

В работе предложена модификация метода капиллярного потока в плоской ячейке, использовавшегося ранее для определения эффективной сдвиговой вязкости смектического С* жидкого кристалла [1]. Впервые предложен метод стабилизации ориентационной структуры в плоском слое жидкого кристалла за счет подачи противодавления, замедляющего скорость затекания жидкого кристалла (ЖК) в ячейку.

Представлены и описаны экспериментальная методика и соответствующая экспериментальная установка, основанная на контроле значения противодавления и оптической фиксации перемещения мениска ЖК при затекании в канал прямоугольного сечения.

Дано сравнение экспериментально полученных значений сдвиговой вязкости нематического ЖК 5СБ с результатами независимых измерений с использованием прецизионных методов определения сдвиговой вязкости.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Грант № FSFZ-2023-0004)

1. Shmeliova D.V. et al. Capillary flow and shear viscosity of ferroelectric liquid crystal. *Liq. Cryst. and their Appl.* 2018, **18**, 88–94.

А.В. ХРОБАК, А.А. ПАСЬКО, Ю.А. ХАН, Г.А. ТИТОВ,
Т.П. ДЬЯЧКОВА

Тамбовский государственный технический университет

СВОЙСТВА СИЛАНИЗИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ «УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ / ГРАФЕНОВЫЕ НАНОПЛАСТИНКИ»

Функционализированные углеродные наноструктуры находят широкое применение в составе композиционных материалов. В частности, силанизированные формы углеродных нанотрубок успешно применяются в составе эпоксидных и силиконовых композитов. Еще больший исследовательский интерес представляют гибридные системы, полученные совмещением различных типов углеродных наноструктур, часто демонстрирующие взаимное усиление влияния на физико-механические и электропроводящие характеристики композиционного материала. Вскрытие причин и управление данным явлением является важной научной задачей, в связи с чем в рамках данного исследования были получены функционализированные аminosиланами углеродные нанотрубки (УНТ) и гибридные частицы «УНТ/графеновые нанопластины (ГНП)» и проанализированы их свойства.

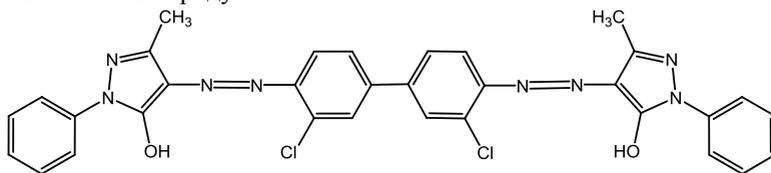
В качестве исходных материалов использованы углеродные нанотрубки «Таунит-М» и малослойные графеновые нанопластины производства ООО «Нанотехцентр» (г. Тамбов). В ряде случаев УНТ подвергались предварительному окислению концентрированной азотной кислотой для формирования на их поверхности карбоксильных групп. Исходные и карбоксилированные УНТ, а также их смеси с ГНП в массовых соотношениях от 1:1 до 1:4, подвергались силанизации. В качестве силанизирующих агентов использовались (3-аминопропил) триэтоксисилан (APTES) и 3-глицидоксипропилтриметоксисилан.

Методом динамического рассеяния света (NICOMP 308 ZLS) анализировались размеры частиц дисперсной фазы на стадии формирования гибридных частиц. Высушенные в лиофилизаторе функционализированные наномодификаторы исследованы методами ИК- и КР-спектроскопии, РФА, ТГ/ДСК-анализа, а затем апробированы в качестве наполнителей эпоксидных композитов. Установлены составы материалов, обладающих наилучшими показателями термической стабильности, теплопроводности и прочностных характеристик при различных видах механической нагрузки.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИГМЕНТА

В настоящее время конкуренция на мировом рынке органических красителей и пигментов очень высока, что требует создания продуктов с определенными качественными характеристиками, такими как концентрация цвета, чистота оттенка, яркость и плотность нанесения. Одним из критериев качества пигмента в конечном счете являются размеры наночастиц, которые зависят от множества факторов, таких как форма кристалла, геометрия молекулы, а также наличие и концентрация примесей.

Пигмент оранжевого цвета широко используется в различных отраслях промышленности и размеры наночастиц играют ключевую роль в качестве продукта.



Пигмент оранжевый Ж

В настоящее время существует несколько методов, которые применяются для улучшения качественных показателей пигмента. Среди них использование метода ультразвукового диспергирования, применение мицеллярных растворов и наночастиц растворов металлов.

Пигмент, полученный по стандартной технологии, имеет размер частиц 72 мкм. Для уменьшения этого показателя, нами было предложено ввести метод ультразвукового излучения на стадии получения пигмента.

На основании проведенных исследований, было выявлено, что получение Пигмента оранжевого Ж с использованием ультразвука уменьшает размер частиц на 40 %.

Таким образом, мы показали, что принятые решения благоприятны для внедрения в технологию.

С.В. ЯБЛОНСКИЙ¹, В.В. ЛАЗАРЕВ¹, В.В. БОДНАРЧУК¹,

Н.А. БЕЛИЧ², П.А. ИВЛЕВ², А.Б. ТАРАСОВ²

¹ФНИЦ “Кристаллография и фотоника” РАН

²Московский государственный университет

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ СЕНСОР НА ГИБРИДНОМ ПЕРОВСКИТЕ

Гибридные, т.е. органо-неорганические перовскиты, больше всего известны как перспективные материалы для солнечной энергетики. В настоящее время КПД преобразования солнечного света в электрическую энергию для лабораторных образцов на их основе достиг 27.5 %, превышая эффективность кремния, 26.7 %, что является мировым рекордом для однопроходных устройств. Одновременно в мире ведутся исследования по применению этих материалов в фотонных и тепловых сенсорах. Примечательно, что диапазон чувствительности может быть значительно расширен за счет одновременного использования фотовольтаического и пироэлектрического эффектов, имеющих различные рабочие спектральные диапазоны. Такая возможность появляется, например, в спонтанно поляризованных перовскитах.

В данной работе мы исследовали перовскит MAPbI_3 , имеющий край фундаментальной полосы поглощения в области 0.74 мкм. Рабочий диапазон такого фотодатчика лежит между 0.74-0.34 мкм, значительно уступая в длинноволновом диапазоне кремниевым фотоприемникам, 1.1-0.35 мкм. В наших экспериментах пироэлектрический эффект наблюдался на модифицированном ионами формамидиния MAPbI_3 (MAFAPi). Электрические отклики на воздействие лазерных импульсов в режиме свободной генерации твердотельных лазеров (СКБ РАН) длительностью ~ 100 мкс и плотностью мощности 100 Вт/см^2 измерялись на фиксированных длинах волн: 1.06, 1.32 и 1.57 мкм. В режиме модулированной добротности хорошо воспроизводился фронт лазерных импульсов длительностью 6 нс. Примечательно, что полярность ИК импульсов для различных образцов не всегда совпадала с полярностью сигнала от световых импульсов. Этот факт является одним из ключевых в пользу пироэлектрической природы импульсов в ИК диапазоне.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания НИЦ «Курчатовский институт»

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

А.И. АЛЕКСАНДРОВ¹, Т.И. ПАШКОВА^{1,2}

¹Ивановский государственный университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ КОНФОРМАЦИОННЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ МЕТАЛЛОМЕЗОГЕНОВ НА ПЛАНАРНУЮ ОРИЕНТАЦИЮ ЛЕНГМЮРОВСКИХ МОНОСЛОЕВ И ЛБ ПЛЕНОК

Нами показано, что ленгмюровские монослои на основе мезогенных металлокомплексов с достаточно большой магнитной анизотропией (таких как комплексы Dy, Er, Ho, Tb с азометинами или комплексы железа III с модифицированными полипропилениминовыми дендримерами) могут быть ориентированы магнитным полем. Этот эффект явно виден при сравнении π -А изотерм, полученных при формировании монослоев упомянутых комплексов в присутствии магнитного поля и без него. В магнитном поле наблюдается сдвиг фазовых превращений в формируемом монослое в сторону меньших площадей на молекулу. Наибольшая величина сдвига приходится на фазовый переход *жидкая расширенная фаза – жидкая конденсированная фаза*, после которого наблюдается более крутой ход изотерм, полученных в присутствии магнитного поля, чем изотерм, полученных без него. Это указывает на то, что ориентационное упорядочение молекул в монослое происходит в основном в жидкой расширенной фазе, а в жидкой конденсированной фазе идет постепенное выталкивание периферийных фрагментов комплекса с поверхности воды, которое не приводит к заметному снижению ориентационного эффекта. При фазовом переходе *жидкая конденсированная фаза – твердая конденсированная фаза* происходит изгиб конформации молекул, что приводит к ухудшению полевой ориентации, достигнутой в жидкой расширенной фазе монослоя. Рентгеновские исследования ЛБ пленок, полученных из ориентированных и неориентированных монослоев в рассмотренных фазовых состояниях, показали, что молекулы комплексов во всех случаях имеют вытянутую конформацию. Электронографические исследования ЛБ пленок из ориентированных монослоев показали, что планарную ориентацию пленки сохраняют лишь в том случае, если они сформированы из монослоев, находящихся в жидкой расширенной фазе. По-видимому, эффект обратного конформационного превращения молекул комплексов приводит к нарушению планарной ориентации в монослоях, находящихся в жидкой и твердой конденсированных фазах, при их переносе на твердые подложки.

Д.А. БОДУНОВ, В.Д. САМЫШКИН, Н. А. ХАЛИМОВ
Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

ФОРМИРОВАНИЕ МАКРОМАСШТАБНЫХ ГУБКООБРАЗНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОВ УГЛЕРОДА $sp-sp^2$

В данной работе продемонстрирован способ самосборки $sp-sp^2$ углеродных губок в жидких средах методом лазерной абляции в жидкость (рис.). Металлические наночастицы использовались как катализаторы роста углеродного массива и стабилизации структуры во времени.

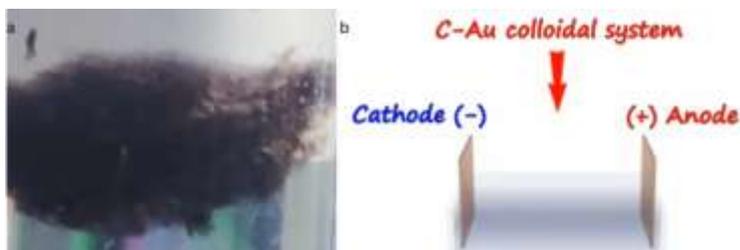


Рис. а) Углеродная структура макромасштаба; б) экспериментальная схема самосборки губкообразных структур на основе углерода sp^2

Основной задачей было изучение зависимости размера губкообразных структур и скорости самосборки от интенсивности воздействия и концентрации исходного углеродного прекурсора (пирографита) в коллоидном растворе. В результате эксперимента была выявлена прямая зависимость интенсивности сборки от напряжения: чем больше напряжение, тем быстрее начинается процесс самосборки и тем интенсивнее он протекает.

В процессе эксперимента по самосборке спонжей была установлена зависимость, при которой концентрация пирографита относительно жидкости напрямую влияла на стабильность углеродной губки. Образцы с большей концентрацией не обладали достаточной энергией связи между частицами, в отличие от образцов с меньшей концентрацией.

Результатом проведённого эксперимента по формированию макромасштабных губкообразных структур, стали углеродные спонжи, обладающие высоким коэффициентом поглощения света. Полученные зависимости позволяют управлять оптическими свойствами данной структуры.

Н.В. ВЛАСОВА, Т.В. КУСТОВА

Ивановский государственный химико-технологический университет

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ФТОРА В ЗУБНОЙ ПАСТЕ. ВЛИЯНИЕ ФТОРА НА КАЧЕСТВО
ДЕТСКОЙ ЗУБНОЙ ПАСТЫ И ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР
МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Фтор относится к микроэлементам и присутствует в костных и зубных тканях человека преимущественно в виде неорганических соединений. При недостатке фтора у человека развивается кариес, поэтому в профилактических целях фтор вводят в состав зубных паст. Однако высокие концентрации фтора опасны ввиду способности ионов фтора ингибировать ряд ферментативных реакций, а также связывать биологически активные элементы (например, фосфор, кальций, магний и др.). Поэтому содержание фторидов в зубных пастах нормируется и обязательно контролируется. Для определения фторид-ионов используют спектрофотометрию, ионную хроматографию и капиллярный электрофорез.

Нами проведена сравнительная оценка методов определения фтора в зубной пасте. Оказалось, что метод прямой потенциометрии (ионометрии) с использованием фторидселективного индикаторного электрода показывает наилучшие результаты. Этот метод прост, не требует дорогостоящих приборов и реактивов, имеет высокую чувствительность и селективность, является экспрессным и легко может быть автоматизирован.

Проведенные исследования различной линейки зубных паст показали, что содержание фтора в пастах соответствует заявленным нормам.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации, тема № FZZW-2023-0009

А.Н. ГАВРИЛОВА¹, А.С. ШУШКОВА¹, Е.П. БОРИСОВСКАЯ¹,
Е.Е. МОЛЧАНОВ¹, Ю.С. МАРФИН²

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Тихоокеанский государственный университет

ДИЗАЙН СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ЛЮМИНОФОРОВ BODIPY ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕНСОРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Люминофоры семейства BODIPY в последнее время всё больше привлекают внимание исследователей. Это связано с тем, что соединения данного класса обладают рядом свойств, таких как яркая люминесценция, узкие полосы поглощения и испускания, а также возможностью тонкой настройки спектральных характеристик для конкретных практических задач. Наиболее эффективными BODIPY зарекомендовали себя в качестве молекулярных сенсоров. В рамках данной работы получены 3 комплекса BODIPY различающихся заместителем в 8 положении (рис.).



Рис. Структура сенсоров на сероводород (H₂S), аммиак (NH₃) и ароматические соединения (Ar)

Показано, что материалы на основе полученных красителей проявляют сенсорные свойства на различные аналиты (рис.). Флуоресцентные сенсорные материалы прошли испытания как в модельных системах, так и на реальных образцах, что позволило определить возможные области применения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект № 22-73-10167)

Е.А. ГУДКОВА, Т.В. НЕСЧЕВА, К.А. СУСЛОВА, Е.П. СМИРНОВА,
А.А. ДОБРЫГИН, В.М. ШУВАНДИН, Е.Е. МОЛЧАНОВ,
С.А. ЗНОЙКО

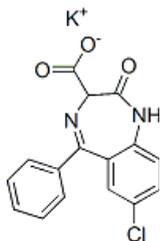
Ивановский государственный химико-технологический университет

ПОИСК ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В МЯСНЫХ ПРОДУКТАХ

С привлечением спектральных методов исследования изучены образцы мяса и мясных продуктов, закупленных в магазинах г. Иваново на предмет обнаружения в них лекарственных препаратов. Данное исследование является актуальным, поскольку сейчас в связи с возросшим потреблением мясных продуктов недобросовестные производители могут добавлять в корма для животных или птицы различные лекарственные препараты, которые затем могут попадать в готовые пищевые продукты.

Для достижения поставленной цели в магазинах г. Иваново осуществлена закупка различных образцов мясной продукции: мясо птицы, свинина, говядина, фарш.

Далее проведена пробоподготовка и методами ИК спектроскопии и MALDI – TOF масс-спектрометрии изучен состав закупленных мясных продуктов.



хлоразепат

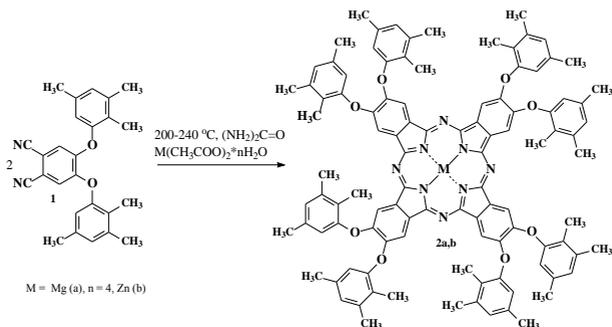
7-хлор-2,3-дигидро-2-оксо-5-фенил-1Н-
1,4-бензодиазепин-3-карбоксилат калия
с гидроксидом калия

Выявлено, что наиболее «чистыми» от добавок являются образцы мяса (птицы, говядины, свинины), тогда как в фарше присутствуют влагоудерживающие агенты, красители и т.д. В одном из образцов фарша обнаружен препарат из группы миорелаксантов – хлоразепат (рис.), который начиная с 2006 г не рекомендован к использованию на людях.

*Работа выполнена при поддержке государственного задания
Министерства образования и науки Российской Федерации, тема
№ FZZW-2023-0009*

СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ С 2,3,5-ТРИМЕТИЛФЕНОКСИГРУППАМИ И ИХ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ

На первом этапе работы на основе 4-бром-5-нитрофталонитрила синтезирован фталонитрил, содержащий на периферии фрагменты 2,3,5-триметилфенола. Далее «нитрильным» методом нагреванием указанного фталонитрила с ацетатами магния и цинка осуществляли синтез металлокомплексов высокосимметричных 2,3,5-триметилфеноксизамещенных фталоцианинов (схема). Соответствующий фталоцианин лиганды получены деметаллированием металлокомплекса с магнием.



Все синтезированные соединения охарактеризованы данными элементного анализа, ИК спектроскопии и MALDI-TOF спектрометрии. Строение синтезированного фталонитрила подтверждено данными ¹H ЯМР спектроскопии. Для металлофталоцианинов зафиксированы электронные спектры поглощения.

Рассмотрено влияние природы металла-комплексобразователя и периферийных заместителей на спектральные свойства синтезированных соединений.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации, тема № FZZW-2023-0009

СТРОЕНИЕ Н-КОМПЛЕКСОВ 1,3,4,6-ТЕТРА- И 1,3,5-ТРИ(5-ФЕНИЛ(1,3,4-ОКСАДИАЗОЛ-2-ИЛ))БЕНЗОЛА С БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТОЙ

Принципы супрамолекулярной химии успешно применяются при создании новых водородосвязанных комплексов, за счет структуры которых можно получать желаемые свойства веществ.

Выполнено квантово-химическое моделирование водородосвязанных комплексов 1,3,4,6-тетра- и 1,3,5-три(5-фенил(1,3,4-оксадиазол-2-ил))бензол (тетра/триФОДБ) с бензойной кислотой (БК) в соотношении 1:1 (DFT/B3LYP/6-311++G**, Gaussian 09). Наиболее энергетически выгодный конформер молекулы триФОДБ обладает плоским строением симметрии C_{3h} (рис. б), в то время как конформер тетраФОДБ неплоского строения имеет симметрию D_2 (рис. а).

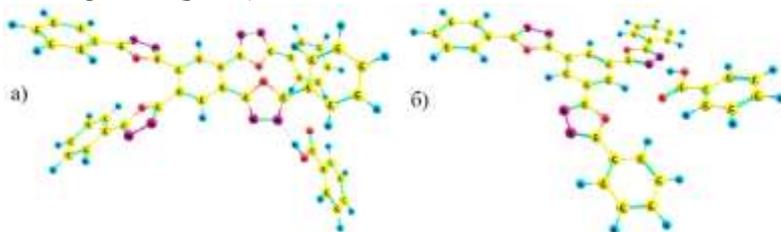


Рис. Наиболее выгодные Н-комплексы тетраФОДБ(а) и триФОДБ(б)

При введении бензойной кислоты происходит незначительная структурная деформация молекул ФОДБ, о чем свидетельствует малая разница (менее 1 ккал/моль) между $E_{\text{MMB}} = E_{\text{ТФОДБ} \cdots \text{БК}} - E_{\text{ТФОДБ}}(\text{SP}) - E_{\text{БК}}(\text{SP})$ и $E_{\text{КОМПЛ}} = E_{\text{ТФОДБ} \cdots \text{БК}} - E_{\text{ТФОДБ}} - E_{\text{БК}}$. Также БК оказывает незначительное возмущающее действие на энергию граничных орбиталей, что подтверждается анализом вида ВЗМО и НСМО, которые не содержат атомных орбиталей относящихся к кислоте.

Таким образом, в бинарной системе ТФОДБ:БК возможно образование Н-комплексов разного строения, но упорядоченную структуру, необходимую для индукции ЖК свойств, образуют лишь триФОДБ, за счет их плоского строения.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (FZZM–2023–0009)

Е.Д. ШУВАЕВА^{1,2}, А.А. КАЛЯГИН², А.С. ШЕРУДИЛЛО²,
Л.А. АНТИНА², М.Б. БЕРЕЗИН², Е.В. АНТИНА²

¹Ивановский государственный университет

²Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОР НА ОСНОВЕ БИХРОМОФОРНОГО α,α -BIS(BODIPY): СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА, ГЕНЕРАЦИЯ СИНГЛЕТНОГО КИСЛОРОДА

BODIPY – универсальные люминофоры, в том числе, пригодные для создания эффективных маркеров, фотосенсибилизаторов (ФС), флуоресцентных тераностиков для фотодинамической терапии (ФДТ) и антимикробной фотодинамической терапии (АФДТ). Олигомеризация является новым способом получения ФС на основе BODIPY красителей, который не требует дополнительного включения тяжелых атомов металлов или галогенов в их молекулярную структуру. Ключевыми факторами, определяющими спектральные и генерационные характеристики BODIPY бихромофоров являются позиции присоединения мономерных доменов и природа связывающего их спейсера. В настоящей работе представлены результаты исследования влияния структурных и сольватохромных эффектов на фотофизические характеристики нового α,α -bis(BODIPY) бихромофора. Краситель α,α -bis(BODIPY) характеризуется высоким светопоглощением ($lg\epsilon = 4.78 - 4.88$) и сильным экситонным расщеплением ($\Delta\nu_{ES} = 2595 - 2665 \text{ см}^{-1}$) длинноволновой полосы спектра поглощения (рис.).

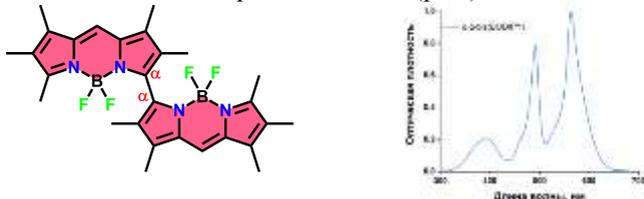


Рис. Структурная формула и ЭСП α,α -bis(BODIPY) в толуоле

Благодаря сочетанию достаточно высокой флуоресценции (Φ_f до 55 %) и генерации синглетного кислорода (Φ_d до 87 %) в ароматических и среднеполярных растворителях α,α -bis(BODIPY) продемонстрировал двойную функциональность перспективного тераностика.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ № 23-23-00206 <https://rscf.ru/project/23-23-00206/>

В.И. КАМАРДИНА¹, Е.Е. МОЛЧАНОВ², М.М. КЛЫЧЕВА^{1,3}

¹Ивановский ГМУ Минздрава России

²Ивановский государственный химико-технологический университет

³Ив НИИ МиД им. В.Н. Городкова Минздрава России

НОВЫЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ СЕНСОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ BODIPY ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕРОВОДОРОДА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ

В настоящее время существует проблема диагностики и профилактики заболеваний, связанных с изменением содержания сероводорода в сыворотке крови, поскольку этот процесс является сложным и трудоёмким. Среди таких заболеваний можно отметить преэклампсию беременных, сахарный диабет, гипертоническую болезнь, и другие. В последние годы, в качестве молекулярных сенсоров значительное внимание исследователей привлекают люминофоры BODIPY. В связи с этим разработка новых флуоресцентных методов медицинской диагностики с использованием современных веществ и материалов на их основе является актуальной задачей.

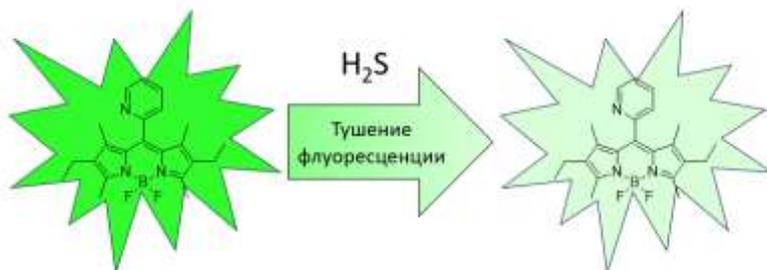


Рис. Структура сенсора на сероводород (H₂S)

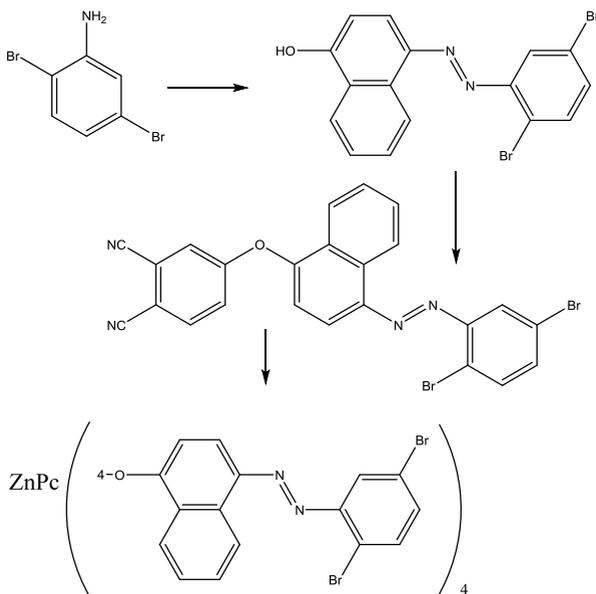
В рамках данной работы впервые показано, что люминофор BODIPY проявляет сенсорные свойства на H₂S, что было проверено на модельной системе. Возможность применения флуоресцентного красителя подтверждена. На данном этапе исследования ведется настройка метода определения сероводорода с использованием образцов сыворотки крови женщин гинекологического профиля.

А.Е. КОВАЛЕВ, А.Н. БЫЧКОВА, А.А. ШИШЛОВА

Ивановский государственный химико-технологический университет

СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОНЬЮГАТА ФТАЛОЦИАНИНА И АЗОКРАСИТЕЛЯ, СОДЕРЖАЩЕГО В СВОЕМ СОСТАВЕ АТОМЫ БРОМА

Целью данной работы являлось проведение синтеза конъюгата фталоцианина и азокрасителя, содержащего в своем составе атомы брома.



Диазотированием 2,5-диброманилина и последующим азосочетанием полученной соли диазония с 1-нафтолом синтезировали азокраситель. Далее нуклеофильным замещением нитрогруппы в 4-нитрофталонитриле на остаток полученного красителя синтезировали соответствующий фталонитрил. Затем темплатной конденсацией выделенного фталонитрила с ацетатом цинка получили замещенный фталоцианин цинка. Изучены его спектральные свойства.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДЛИНЫ ВОЛНЫ СЕЛЕКТИВНОГО ОТРАЖЕНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ТЕРМОИНДИКАТОРА

Разработан метод экспресс анализа температурного поведения селективного отражения света жидкокристаллических смесей фотографическим методом. В качестве объекта исследования выбран жидкокристаллический термоиндикатор с рабочим температурным диапазоном 31–41 °С. Измерения проводились в ячейке, состоящей из двух предметных стекол, разделенных спейсерами толщиной 100 мкм. С одной стороны ячейки проводились чернение, а затем она помещалась в нагревательный столик. Температура образца может изменяться в диапазоне -20–120 °С с ошибкой задания температуры не более 0,1 С. Источник света – диодная лампа. Наблюдение ведется в отраженном свете (микроскоп «Альтами Полар 3»). Снимки фиксируются на фотокамеру, закрепленную на микроскопе, после чего каждый снимок поканально автоматически обрабатывается в программной обеспечении ImageJ. Данный подход может быть автоматизирован и интегрирован в обычный световой микроскоп, работающий в отраженном свете. Из соотношения интенсивностей на различных каналах фотокамеры восстанавливается длина волны селективного отражения слоя жидкого кристалла.

Описанная методика позволяет проводить экспресс анализ длины волны селективного отражения и, соответственно, шага спирали холестерический смесей в автоматизированном режиме.

А.С. ПОГАПОВА, Н.А. БУМАГИНА
Ивановский государственный университет
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

ТЕТРАМЕТИЛЗАМЕЩЕННЫЙ ДИПИРРОМЕТЕН КАК КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ И «TURN-ON» ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СЕНСОР ИОНОВ Zn(II)

Разработка флуоресцентных хемосенсоров является актуальной областью исследований, так как они имеют широкий спектр применения в различных областях науки и техники, химии, биологии, медицине, экологии и др. Флуоресцентный сенсор, действие которого основано на ярком оптическом отклике на взаимодействие с аналитом, должен обладать высокими показателями чувствительности и селективности, высокой скоростью и обратимостью отклика. Наличие этих показателей делает флуоресцентную хемосенсористику незаменимым инструментом как в научных исследованиях, так и в экологическом мониторинге и диагностике механизмов биохимических процессов, в том числе причин различных заболеваний. Одним из актуальных направлений в катионном распознавании является разработка флуоресцентных сенсоров биологически значимых катионов Zn^{2+} .

Целью работы являлось исследование тетраметилзамещенного дипиррометена в качестве колориметрического и флуоресцентного хемосенсора ионов Zn^{2+} в водно-органическом растворителе ДМФА-HEPES (10 mM, pH 6.0).

В докладе представлены результаты спектрофотометрического и спектрофлуориметрического титрования раствора дипиррометена в виде бромистоводородной соли (HL·HBr) раствором ацетата цинка(II) в среде ДМФА/HEPES (об./об.= 9:1). Получены и проанализированы основные хемосенсорные характеристики: оптические отклики (гипер- и батохромные эффекты, флуоресцентный сигнал), термодинамические параметры реакции комплексообразования HL с Zn^{2+} ($\lg K^o = 7.6$), предел обнаружения аналита (10^{-7} моль/л).

Подтверждена применимость дипиррометенового сенсора для определения ионов Zn^{2+} в фармацевтическом препарате (цинка цитрат): при добавлении водного раствора цитрата цинка исходная желтая окраска раствора сенсора изменяется на оранжевую с наблюдаемой при УФ облучении яркой флуоресценцией.



ИЗМЕРЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ НЖК-1289 КОНОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Коноскопический метод исследования (наблюдение в сходящихся лучах), наряду с другими методами находит широкое применение в поляризационной микроскопии для изучения свойств анизотропных органических, минеральных и биологических сред. Данный метод особенно полезен в исследовании образцов нематических жидких кристаллов (НЖК) с однородной гомеотропной ориентацией, либо пленок, содержащих изотропную фазу мезогенов.

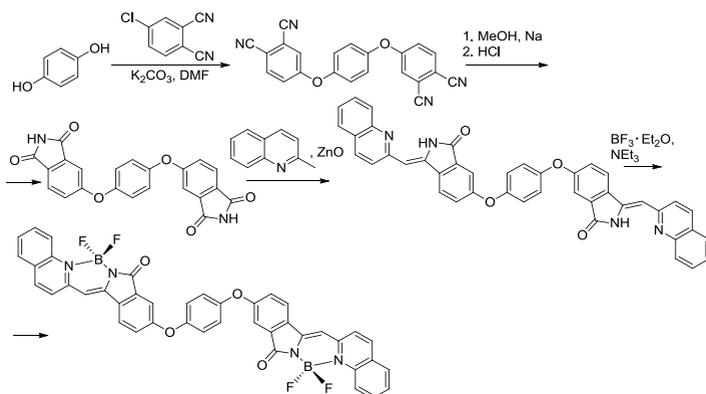
В данной работе экспериментально определена анизотропия НЖК-1289 коноскопическим методом, а также проведено компьютерное моделирование коноскопической картины для ЖК слоя гомеотропной и планарной ориентации. Коноскопическая картина наблюдалась невооруженным глазом с помощью установки, включающей в себя полупроводниковый лазер, два поляризатора, гомеотропную ЖК-ячейку толщиной 50мкм, матовую пластинку и экран. На экране можно наблюдать типичную для одноосного кристалла коноскопическую картину.

Для оценки оптической анизотропии измерялись расстояние от ячейки до экрана и радиусы колец на экране. По угловому коэффициенту аппроксимирующих прямых можно судить о величине оптической анизотропии для данной длины волны ($\lambda = 532$ нм). Среднее значение величины оптической анизотропии составляет $\Delta n = 0,168 \pm 0,014$.

В работе проведено наблюдение крупномасштабной коноскопической картины в нематическом жидком кристалле НЖК-1289 в ячейках с планарной и гомеотропной ориентацией. Измерена оптическая анизотропия НЖК-1289. Выполнено компьютерное моделирование пространственного распределения интенсивности коноскопической картины. Достоинством коноскопического метода исследования оптической анизотропии можно считать, прежде всего, наглядность, что делает его привлекательным для использования в лабораторном практикуме.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА БИЯДЕРНЫХ ХИНОЛИЛМЕТИЛЕНИЗОИНДОЛИНОВ

Одной из интересных групп органических красителей являются комплексы бора с производными дипиррометена (BODIPY). Значительный интерес также представляют несимметричные аналоги BODIPY из-за понижения симметрии ядра флуорофора, обуславливающего наличие интенсивной флуоресценции таких комплексов в растворах, порошках и пленках, а также значительное увеличение Стоксовых сдвигов. В настоящей работе синтезирован и исследован борный комплекс хинолилметиленизоиндолинона. Он был получен в соответствии с нижеприведенной схемой.



Состав и строение соединений подтверждали масс-спектрометрией, ИК-спектроскопией, спектроскопией ЯМР. Исследованы спектрально-люминесцентные свойства комплекса и соответствующего лиганда. Установлено, что комплекс обладает интенсивной флуоресценцией с высоким квантовым выходом. В спектрах флуоресценции наблюдаются умеренные Стоксовы сдвиги.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (тема № FZZW-2024-0004). Исследования проведены с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЗОМОРФНЫХ СВОЙСТВ В РЯДУ Н-КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ЗАМЕЩЕННЫХ ИЗОФТАЛЕВЫХ КИСЛОТ И 4-ПИРИДИЛ-4'-АЛКИЛОКСИБЕНЗОАТА

Известно большое число органических соединений с несколькими функциональными группами, которые обеспечивают способность молекулы к самосборке и самоорганизации за счет образования нескольких межмолекулярных водородных связей, что позволяет получать разнообразные геометрические формы Н-комплексов. Такие системы, так же как и стержнеобразные мезогены, могут обладать жидкокристаллическими свойствами, закономерности изменения которых, а также особенности взаимосвязи со структурой исходных компонентов определяются геометрической формой Н-комплексов.

В данной работе приводятся результаты исследования мезоморфных свойств в ряду Н-комплексов на основе 4-пиридил-4'-додецилоксибензоата и замещенных изофталевых кислот **X**-ИФК состава 2:1 (**X** = CH₃, OCH₃) и 3:1 (**X** = COOH, OH) соответственно.

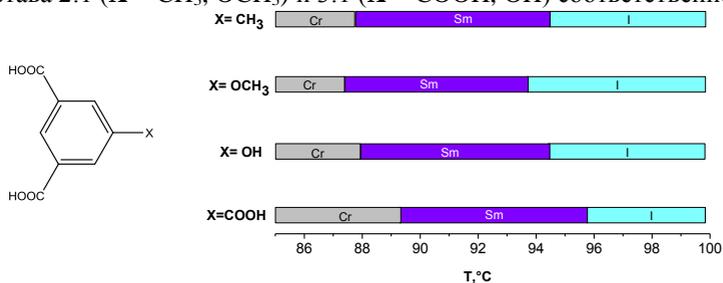


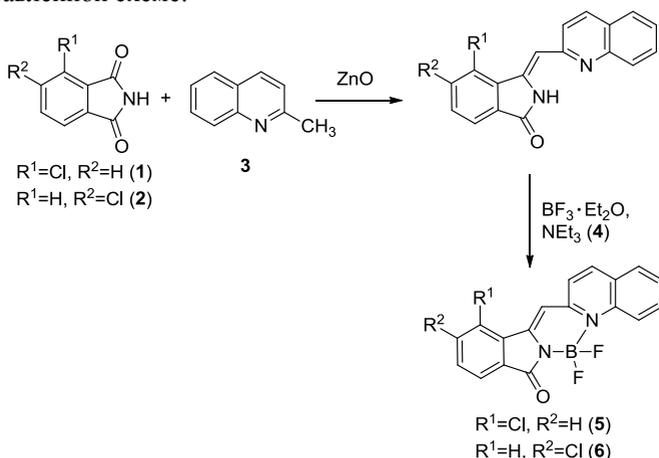
Рис. Диаграмма температур фазовых переходов Н-комплексов **X**-ИФК с 4-пиридил-4'-додецилоксибензоатом; Cr – кристалл, Sm – смектическая фаза, I – изотропная жидкость

По данным ДСК и поляризационной термомикроскопии все четыре образованных Н-комплекса обладают мезоморфными свойствами (рис.). Из диаграммы видно, что наиболее термически стабильным является Н-комплекс COOH-ИФК, что может быть связано с наличием трех относительно прочных Н-связей через COOH группу. Н-комплексы состава 2:1 (**X** = CH₃, OCH₃) имеют близкие температурные характеристики мезофазы, однако, при **X** = OCH₃ термостабильность смектической фазы снижается, что может быть связано с размером заместителя **X**.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ХЛОРЗАМЕЩЕННЫХ НЕСИММЕТРИЧНЫХ АНАЛОГОВ BODIPY

В последнее время заметно возрос интерес к новому классу соединений на основе комплекса 4,4-дифтор-4-бора-3а,4а-диаза-*s*-индацена (BODIPY) и его аналогов. Эти хромофоры обладают оптимальными спектральными характеристиками (высокий квантовый выход флуоресценции, высокая химическая и термическая стабильность).

Целью данной работы является синтез и исследование несимметричных комплексов на основе 3- или 4-хлорфталимида и хиналидина. Синтез комплексов осуществляли согласно представленной схеме:



Строение соединений **5-6** было подтверждено масс-спектрометрией, ИК-спектроскопией, электронной спектроскопией, элементным анализом и ^1H ЯМР спектроскопией. Комплексы обладают интенсивной флуоресценцией с высокими квантовыми выходами.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2024-0004). Исследования проведены с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)

Н.А. ХАЛИМОВ, С.П. ЭЙУМ ЭССАКА, Д.А. БОДУНОВ
Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

ФОРМИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ЦЕПОЧЕК В КОМБИНИРОВАННОМ ПОЛЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА И ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В данной работе представлена гибридная схема получения ср-углерода. Метод основан на термическом разложении графита в дуговом разряде в сочетании с одновременным воздействием плазмы возникающей при воздействии интенсивного лазерного излучения в процессе накопления полученного материала в проточной кювете открытого типа. Для этого была разработана специальная проточная система (рис.).

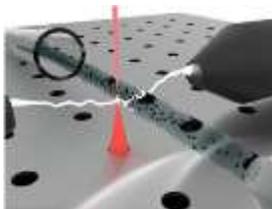


Рис. Экспериментальная схема установки

Метод формирования линейно-цепочечного углерода заключается в следующем: на два электрода из пирографита подаётся напряжение ввиду чего возникает дуговой разряд, в котором происходит расщепление поверхности положительно заряженного стержня. Частицы пирографита попадают в ламинарный поток дистиллированной воды движущейся в замкнутом цикле проточной кюветы. Дуговой разряд позволяет достичь оптимальных условий при которых формируются различные аллотропные формы углерода, а дополнительное лазерное воздействие обеспечивает более эффективное расщепление углерода, что создает условия для преимущественного формирования линейных углеродных цепочек. Ламинарный поток жидкости проходит точку совместного действия дуги разряда и лазерного луча. Полученный в результате эксперимента материал был изучен методом Рамановской спектроскопии, анализ которого подтвердил линейную фазу углерода, характеризующуюся спектральным диапазоном в области 2171 см^{-1} .

О.А.Х. ХАССУН^{1,2}, В.Н. МИРОНИЮК², Т.Я. КАРАТЫШОВА²,
А.И. СМИРНОВА^{2,3}, Н.В. УСОЛЬЦЕВА^{2,3}, Е.Г. ГЛУХОВСКОЙ²

¹Министерство электроэнергетики Ирака, г. Багдад, Ирак

²Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

³НИИ наноматериалов, Ивановский государственный университет

ПРОВОДИМОСТЬ СТРУКТУР, СОДЕРЖАЩИХ СЛОИ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК И ПРОИЗВОДНЫХ ПОРФИРИНА А3В-ТИПА

Интерес к солнечным элементам на основе сочетаний неорганических и органических материалов широко вызван высоким потенциалом их недорогого производства и простотой технологического процесса. Слои квантовых точек с органическими красителями дают возможность использование гибких подложек в устройствах фотовольтаики, что значительно расширяет области применения и спектр свойств таких структур.

В настоящей работе были получены структуры со слоем квантовых точек (состава CdSe/CdS/ZnS, Sigma Aldrich) и единичным слоем красителя – одного из производных порфирина А3В-типа: 5,10,15,20-тетра (4-п-метилоксифенил) порфирин, 5-(4-гидрокси-фенил)-10,15,20-трис(4-гексадецилоксифенил)порфирин, 5-(4-амино-фенил)-10,15,20-трис(4-гексадецилоксифенил)порфин или 5-(пиридин-4-ил)-10,15,20-трис(4-гексадецилоксифенил)порфин.

Для нанесения слоев квантовых точек и органических красителей использовали метод Ленгмюра, позволяющий получать слои толщиной до единиц нанометров с контролируемой плотностью молекул или структурных элементов в слое.

В качестве подложек были использованы чипы монокристаллического кремния и стекла с проводящим ITO-покрытием. Каждый образец содержал по одному слою квантовых точек и одному слою молекул порфирина. Методами сканирующей электронной и атомно-силовой микроскопии исследован рельеф полученных пленок. Методом сканирующего туннельной микроскопии исследована проводимость сэндвич-структур.

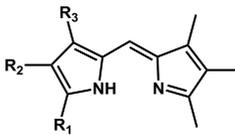
Исследования показали влияние слоев красителя на общую проводимость. По полученным световым и темновым вольтамперным зависимостям рассчитаны спектры электронных состояний, которые зависели от природы использованного производного порфирина.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского Научного Фонда (проект № 21-73-20057) и Саратовского государственного университета

А.А. ХОРОШЕВА, Н.А. БУМАГИНА
Ивановский государственный университет
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

ХРОМО-ФЛУОРОГЕННЫЕ ХЕМОСЕНСОРЫ ИОНОВ Zn^{2+} НА ОСНОВЕ НЕСИММЕТРИЧНО-ЗАМЕЩЕННЫХ ДИПИРРОМЕТЕНОВ

Область катионного распознавания является перспективным направлением химии, имеющим важное значение для множества направлений жизнедеятельности: контроль качества фармацевтических препаратов и продуктов питания; диагностика заболеваний; мониторинг объектов окружающей среды и пр. Для катионного распознавания наиболее перспективными являются высоко чувствительные и селективные флуоресцентные сенсоры, дающие быстрый, обратимый оптический отклик при взаимодействии с исследуемым объектом, который легко регистрировать как качественно “naked-eye”, так и количественно. Важным направлением в катионном распознавании является разработка сенсоров ионов биологически значимых металлов, в том числе цинка, недостаток или избыток которых в организме ведет к нарушению различных жизненных функций.



HL

1: $R_1=H$, $R_2=R_3=CH_3$; 2: $R_2=H$, $R_1=R_3=CH_3$; 3: $R_3=H$, $R_1=R_2=CH_3$

В качестве хромо-флуорогенных хемосенсоров ионов Zn^{2+} мы протестировали метилзамещенные дипиррометиновые лиганды HL с α -, β - или β' -незамещенной позицией одного из пиррольных колец (**1**, **2** и **3** соответственно). В докладе обсуждаются особенности процессов комплексообразования $Zn(AcO)_2$ с HL **1-3** в ДМФА, влияние типа алкилирования на сенсорные характеристики HL по отношению к Zn^{2+} .

Реакции HL **1-3** с $Zn(AcO)_2$ сопровождаются яркими хромофорно-флуоресцентными откликами вследствие образования устойчивых комплексов $[ZnL_2]$ с $lgK^o = 8.59 \div 8.78$. Наблюдаемое почти 100-кратное разгорание флуоресценции обусловлено проявлением CHEF эффекта. Предел спектрофотометрического и флуориметрического обнаружения ионов Zn^{2+} составил от 10^{-8} до 10^{-9} моль/л.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА УГЛЕРОДНОЙ ГУБКИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ДИФФУЗНОЙ АГРЕГАЦИИ

В данной работе представлена модель роста sp - sp^2 углеродных губок в жидких средах с помощью пакета прикладных программ MATLAB.

Углеродные губки являются макромасштабными углеродными структурами, формирование которых было экспериментально достигнуто совместным воздействием электрического поля и лазерного излучения на раствор, содержащий аморфные частицы шунгита, распределенные в объёме дистиллированной воды.

Моделирование в данной работе регулируется процессами, по принципу диффузионно-ограниченной агрегации и заключается в выборе точки роста частиц в центральной области правой границы, выполняющей роль катода и их движении к левой (аноду), с изменением вероятности прилипания частиц от 0 до 60 % от правого края до центра (рис.).

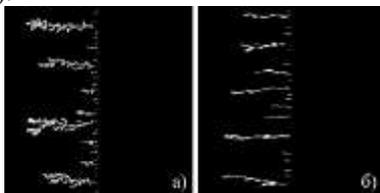


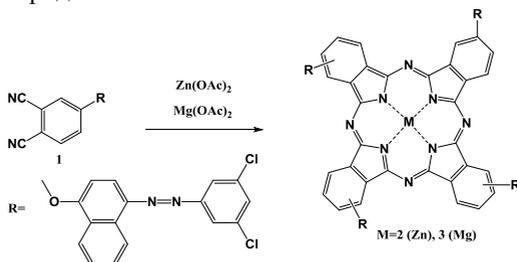
Рис. Визуализация модели роста углеродных макроструктур в среде MATLAB с размером двух (а) и восьми (б) условных единиц исходного кластера

На основе экспериментального процесса самосборки и исследования полученного образца при помощи растрового электронного микроскопа Quanta 3D удалось смоделировать рост углеродных нитей в среде MATLAB. Модель DLA позволила создать реалистичную симуляцию процесса прилипания частиц углерода от одного электрода к другому. Приведённые результаты демонстрируют возможность получения протяжённых структур по мере увеличения длины углеродных молекул. Однако, их неустойчивость в эксперименте приводит к сворачиванию в губки. А данный материал, благодаря свойствам sp - sp^2 -гибридизции может стать перспективным в области создания оптоэлектронных устройств.

СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ТЕТРА-4-(ДИХЛОРФЕНИЛДИАЗЕНИЛ)-НАФТОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНОВ МАГНИЯ И ЦИНКА

Введение красителей на периферию фталоцианинового макроцикла расширяет диапазон поглощаемого света, что позволяет использовать их в ФДТ из-за фотосенсибилизирующих свойств. Это достигается за счет присутствия диамагнитных центральных металлов, таких как цинк и магний, которые усиливают фототоксичность фталоцианинов. Кроме того, химическая модификация периферии фталоцианинового макроцикла позволяет улучшить растворимость целевых комплексов и предотвратить их агрегацию.

Целью работы является получение и исследование спектральных свойств фталоцианинов цинка и магния, содержащих 4-(4-(3,5-дихлорфенил)дiazенил)нафтоксигруппы. На первом этапе нуклеофильным замещением нитрогруппы в 4-нитрофтalonитриле на соответствующий остаток был получен 4-(4-(3,5-дихлорфенил)-diazенил)нафтоксифтalonитрил. Синтез металлокомплексов осуществляли темплатной конденсацией соответствующего фтalonитрила с ацетатом цинка или магния при 190 °С. Разделение полученных продуктов проводили с привлечением колоночной хроматографии на силикагеле. Идентификацию состава и структуры данных соединений проводили с помощью физико-химических методов. Изучены их спектральные характеристики синтезированных комплексов. Определены квантовый выход люминесценции и синглетного кислорода.



Работа выполнена с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение №075-15-2021-671)

ЗАОЧНЫЕ ДОКЛАДЫ

Д.А. БАДИН, Т.С. КУЗНЕЦОВА, А.Е. БУРАКОВ, И.В. БУРАКОВА,
Т.П. ДЬЯЧКОВА, К.А. ШУРЫКИНА

Тамбовский государственный технический университет

НАНОКЛАСТЕРЫ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОДИФИКАТОР СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ БИОУГЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ СИНТЕЗОМ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Авторами разработана методика получения сорбционных материалов, состоящих из углеродной матрицы, полученной методом гидротермальной карбонизации (ГТК) возобновляемого с/х растительного сырья, модифицированной наночастицами железа. Синтез заключался в смешении сырья (шрота подсолнечника) с водным раствором хлорида железа заданной концентрации и последующей гидротермальной карбонизации при 180 °С в течение 12 ч. Образцы ГТК-биоугля были карбонизированы в инертной среде при 150, 500, 750 °С. Также оценивали влияние щелочной активации КОН на фазовый состав и сорбционную емкость материалов. В результате получен ряд образцов ГТК-биоуглей, содержащих железо в определенном массовом соотношении.

Согласно рентгенофазовому анализу (РФА), ГТК-материалы до карбонизации и активации содержат группу пиков при $2\theta = 8-26^\circ$, среди которых наиболее четкие при 15.7 и 21.9° , отвечающие фазам неупорядоченного графита и полисахаридов, соответственно. Для карбонизованных образцов пик при $\sim 22^\circ$ (α -целлюлозы) уширяется и теряет интенсивность, что указывает на разрушение фазы α -целлюлозы. Также обнаруживается второй широкий рефлекс низкой интенсивностью с размытой вершиной при $\sim 44^\circ$, который может соответствовать кристаллографической плоскости (110) α -Fe. Таким образом, при карбонизации происходит восстановление оксидов железа, формируются частицы малых размеров. После активации пик при 44° становится более четким, что связано с тем, что при щелочной активации растительная основа сорбента подвергается глубокой деструкции, а фаза железа – более полному восстановлению и кристаллизации. В результате оценки сорбционной способности разработанных материалов установлено, что материал до карбонизации имеет более высокую емкость (~ 140 мг/г для свинца) по отношению к тяжелым металлам.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 22-13-20074), <https://rscf.ru/project/22-13-20074>

Т.Я. КАРАТЫШОВА¹, В.Н. МИРОНЮК¹, А.И. СМИРНОВА²,
Н.В. УСОЛЬЦЕВА², Е.Г. ГЛУХОВСКОЙ¹

¹Саратовский госуниверситет им. Н.Г. Чернышевского

²НИИ наноматериалов, Ивановский государственный университет

ПЛАВАЮЩИЕ СЛОИ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНОГО ПОРФИРИНА С ПИРИДИНОВОЙ ГРУППОЙ

Одним из наиболее актуальных вопросов, возникающих в начале работы с новым веществом, таким как производное порфирина с пиридиновой группой (ПП4), является выбор оптимальной концентрации и количества рабочего раствора для формирования плавающих слоев Ленгмюра. В работе были приготовлены и исследованы растворы ПП4 в хлороформе с концентрацией (C), равной, 1×10^{-5} , 3×10^{-5} и 1×10^{-4} М. Для формирования плавающих слоев они вносились на поверхность воды в количестве (V), равном 25, 50, 75 и 100 мкл. Для всех вариантов C и V , в которых исходная поверхностная концентрация молекул ПП4 (Γ) была одинаковой, проводили сравнение изотерм сжатия. Для групп изотерм с одинаковой Γ , изотермы располагались очень близко друг к другу (рис., где в качестве примера приведены три изотермы, полученные для $\Gamma = 3,7 \times 10^{-8}$ моль/см²); при этом значения параметров, рассчитываемых из изотерм сжатия, также получались очень близкими.

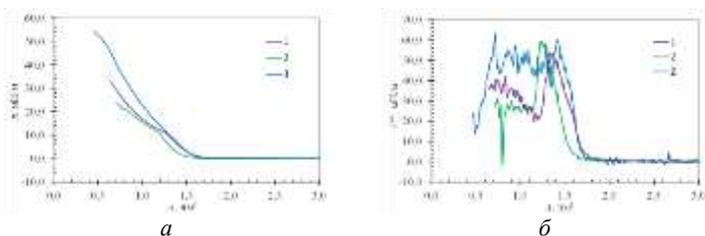


Рис. π-А (а) и C^{-1} -А (б) зависимости для плавающих слоев ПП4: 1 – $C = 1 \times 10^{-5}$ М, $V = 1000$ мкл; 2 – $C = 3 \times 10^{-5}$ М, $V = 300$ мкл; 3 – $C = 1 \times 10^{-4}$ М, $V = 100$ мкл

Сравнение вариантов C и V с отличающимися значениями Γ показало, что и положение изотерм, и рассчитываемые из них параметры демонстрировали зависимость от исходной поверхностной концентрации молекул ПП4 на поверхности воды. Эмпирическим путем были определены оптимальные для формирования плавающих слоев ПП4 значения C и V , равные 3×10^{-5} М и 300 мкл, соответственно.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского Научного Фонда (проект № 21-73-20057) и Саратовского государственного университета

КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ СЛОИ НА ВОДЕ

Развитие гибкой электроники – тренда последних десятилетий, обусловило поиск новых материалов и простых пленочных технологий. В этой связи в центре внимания всё чаще оказываются проводящие полимеры, такие как полианилин (ПАНИ), и метод Ленгмюра, позволяющий получать тонкие пленки на его основе. Для формирования плавающих слоев Ленгмюра основным требованием является наличие амфифильных свойств у используемого вещества (оно должно быть поверхностно активным, ПАВ). Плавающие слои веществ, не обладающих амфифильными свойствами (в том числе, ПАНИ), часто формируют в смеси с классическим ПАВ в качестве матрицы.

В работе были исследованы слои ПАНИ (раствор в *n*-метилпирролидоне (НМП) с концентрацией $C = 1 \times 10^{-2}$ М) в ПАВ-матрице – арахиновой кислоты (АК), растворенной в хлороформе с $C = 0,5 \times 10^{-3}$ М с разным соотношением ПАНИ и АК. Методом изотерм сжатия исследованы плавающие слои ПАНИ:АК с мольным соотношением компонентов 100:0, 90:10, 70:30, 50:50, 30:70, 10:90 и 0:100 (рис.).

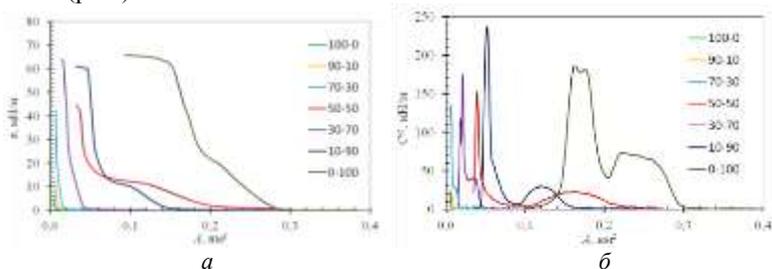


Рис. σ - A (а) и C^1 - A (б) зависимости для плавающих слоев ПАНИ-АК с различным соотношением

Исследования показали, что благодаря наличию в составе смеси молекул ПАВ можно контролировать степень сжатия молекул ПАНИ по изменению поверхностного натяжения, которое происходит при уплотнении и перестройке молекул АК, а также оценить среднюю поверхностную плотность мономеров ПАНИ и модуль сжатия слоя ПАНИ.

А.В. МАРАХОВСКАЯ, Г.Р. БЕРЕЗИНА

Ивановский государственный химико-технологический университет

РАСТВОРИМОСТЬ ТЕТРА-4-(МЕТОКСИФЕНОКСИ-5-НИТРО)- И (МЕТОКСИФЕНОКСИ-5-ХЛОР)ФТАЛОЦИАНИНОВ МЕДИ В ХЛОРОФОРМЕ

Методом изотермического насыщения со спектрофотометрическим контролем концентрации определена растворимость тетра-4-(метоксифенокси-5-нитро)- и (метоксифенокси-5-хор)фталоцианинов меди (1–4) в хлороформе при 298 К. Растворимость исследуемых соединений измерялась на термостатируемой установке для встряхивания ампул.

Растворимость соединений в хлороформе ($S \pm 0.03$, ммоль/л)

| № | λ , нм (lg ϵ) | S, 298 К |
|--|------------------------------------|-------------|
| $\text{CuPc} [(4\text{-O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OCH}_3))_4 (5\text{-NO}_2)_4]$ 1 | 682 (4.92) | 4.73 |
| $\text{CuPc} [(4\text{-O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OCH}_3))_4 (5\text{-Cl})_4]$ 2 | 692 (4.94) | 2.80 |
| $\text{CuPc} [(4\text{-O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OCH}_3))_4 (5\text{-NO}_2)_4]$ 3 | 684 (4.99) | 0.14 |
| $\text{CuPc} [(4\text{-O}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OCH}_3))_4 (5\text{-Cl})_4]$ 4 | 695 (4.99) | 1.12 |

Растворимость соединений (1–4) составляет, в основном, 10^{-3} моль/л. При рассмотрении характера изменения растворимости исследуемых соединений в хлороформе можно предположить, что несмотря на имеющиеся центры специфической сольватации, они по-видимому, стерически экранированы от взаимодействия с молекулой хлороформа.

С.П. ПАЛТО, А.Р. ГЕЙВАНДОВ, И.В. КАСЬЯНОВА,
Д.О. РЫБАКОВ, И.В. СИМДЯНКИН, Б.А. УМАНСКИЙ,
Н.М. ШТЫКОВ

Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова, Курчатовский
комплекс кристаллографии и фотоники, НИЦ Курчатовский институт

ЭЛЕКТРО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ФОТОННЫЕ СТРУКТУРЫ

Доклад посвящен обзору работ, выполненных авторами. Обсуждаются структуры с индуцированной электрическим полем пространственной модуляцией показателя преломления в плоскости слоя жидкого кристалла (ЖК). В таких структурах, для света, распространяющегося в плоскости слоя в волноводном режиме, в оптическом спектре возникают характерные для фотонных кристаллов стоп-зоны. Рассматриваются индуцированные структуры двух типов.

Первый тип возникает в холестерических жидких кристаллах (ХЖК). Хорошо известно, что при планарных граничных условиях в слоях ХЖК возникает спиральное распределение директора с осью вдоль нормали к слою. Такие структуры однородны в плоскости слоя. Однако, как показано в наших работах, при определенных условиях в электрическом поле возникает ориентационный переход в состояние с лежачей спиралью – с осью в плоскости слоя. Именно структуры с лежачей спиралью представляют интерес для многих фотонных приложений, включая лазерную генерацию.

Второй тип структур характерен для слоев нехиральных нематических ЖК с малой величиной диэлектрической анизотропии, где модуляция показателя преломления в плоскости слоя возникает благодаря взаимодействию электрического поля с флексоэлектрической поляризацией.

В обоих случаях для возникновения электро-индуцированных переходов и наличия особых фотонных свойств принципиально важными являются периодические граничные условия для ориентации ЖК. В докладе обсуждаются как методы формирования граничных условий, так и фотонные свойства получаемых структур. Исследования выполнены с использованием численного моделирования и экспериментальных методов. Рассматриваются особенности в оптических спектрах пропускания и эффект лазерной генерации.

К.А. РОМАНОВА, Ю.Г. ГАЛЯМЕТДИНОВ

Казанский национальный исследовательский технологический университет

ВЛИЯНИЕ ЛИГАНДНОГО ОКРУЖЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ МЕЗОГЕННЫХ БИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНОИДОВ(III)

С использованием метода теории функционала плотности и релятивистских базисных наборов было проведено квантово-химическое моделирование некоторых мезогенных биядерных комплексов лантаноидов(III) (Ln(III)) с замещенными β -дикетонами и основаниями Льюиса. Была изучена взаимосвязь между их молекулярным строением, энергиями низших возбужденных состояний и эффективностью люминесценции. По результатам расчетов параметров анизотропии геометрии, характеристик полиэдров Вороного–Дирихле и их сравнения с данными для моноядерных жидкокристаллических (ЖК) комплексов Ln(III) был проведен анализ возможности проявления ЖК свойств у биядерных комплексов. Полученные энергии низших триплетных и синглетных возбужденных состояний комплексов согласуются с экспериментальными данными и характеризуются локализацией возбуждения на отдельных лигандах.

С использованием данных моделирования были изучены особенности процессов межионного переноса энергии возбуждения (к примеру, с ионов тербия(III) на ионы европия(III)) и внутримолекулярного переноса энергии с триплетно-возбужденных уровней лигандов на уровни ионов Ln(III) , произведена оценка эффективности их излучения. Подобраны лиганды, способствующие сенсбилизации люминесценции отдельных ионов Ln(III) , что позволит экспериментально получить ЖК биядерные комплексы Ln(III) с заметной интенсивностью излучения.

Квантово-химические расчеты были выполнены с использованием суперкомпьютеров МВС-10П и МВС-100К «Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН». Публикация осуществляется в рамках проекта «Разработка магистерского курса «Инструменты компьютерного моделирования в материаловедении», реализуемого победителем грантового конкурса для преподавателей магистратуры 2023/2024 «Стипендиальная программа Владимира Потанина»

В.В. ТЕРЕНТЬЕВ¹, О.Б. АКОПОВА², А.В. КУЩЦОВ¹,
С.М. ХАЧАТРЯН¹

¹Верхневолжский ГАУ

²Ивановский государственный университет

УЛУЧШЕНИЕ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВВЕДЕНИЕМ МЕТАЛЛОМЕЗОГЕНА – УНДЕЦИЛЕНАТА МЕДИ

Повышение надежности различных трибоспоряжений путем улучшения условий их смазывания является актуальным. Введение в смазочные материалы противоизносных компонентов позволяет повышать долговечность элементов пар трения. Использование жидкокристаллических соединений в качестве противоизносных присадок позволяет эффективно решать вопросы снижения трения и износа в парах трения различных машин и механизмов. Целью работы является исследование влияния на износ стальных поверхностей ундецилената меди при введении его в синтетический солидол марки С ГОСТ 4366-76. Ундециленат меди – медная соль ундециленовой кислоты, является мезогеном. Массовая концентрация ундецилената меди в солидоле составляла 10 %. Исследования проводились на машине трения СМТ-1 по схеме «неподвижный шар-вращающийся ролик». Нагрузка на образцы составляла 300Н. Износ определялся по площади отпечатка на шаре и ширине дорожки трения на ролике. Результаты исследований представлены на рис.

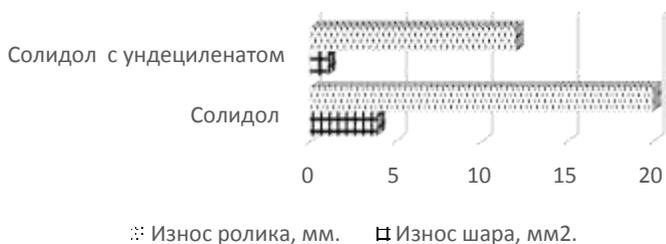


Рис. Результаты определения износа образцов при трении

По результатам данных исследований отмечено снижение износа образцов в 1,6–3,7 раза. Можно отметить перспективность применения ундецилената меди для улучшения противоизносных характеристик солидола.

Работа поддержана грантом № FZZM-2023-0009 Минобрнауки РФ

М.А. УХАНОВА¹, М.А. ШИЛОВ², А.И. СМИРНОВА¹,
Т.П. ДЬЯЧКОВА³, Н.В. УСОЛЬЦЕВА¹

¹Ивановский государственный университет

²Ивановский государственный энергетический университет

³Тамбовский государственный технический университет

ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИХ ДИСПЕРСИЙ В МАСЛАХ

В работе представлены результаты трибологических испытаний дисперсий на основе силиконового (ПМС 200) и индустриального (И-20А) масел с добавками 1.5 мас. % многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) различной структуры (цилиндрические и конические), функционализированных стеариновой кислотой. Дисперсии готовили ультразвуковой диспергацией с помощью УЗДН-2Т. Стабильность дисперсий проверяли методом определения седиментации. Трибологические испытания проводили на машине трения МГУ-01 (пара трения: шарик (ШХ15) – диск (40ХР), нагрузка от 30 до 90Н, скорость вращения 200 об/мин). Для оценки триботехнических свойств исследуемых дисперсий определяли зависимость коэффициента трения от величины нагрузки. Показано, что введение МУНТ в базовые масла неоднозначно влияет на их фрикционные свойства. Отмечено значительное снижение коэффициента трения при добавке МУНТ в силиконовое масло, что может быть обусловлено высокой вязкостью базового ПСМ 200, отсутствием взаимодействия между его компонентами и присадками МУНТ, а также «роликподшипникового эффекта» МУНТ между трущимися поверхностями. Аналогичные тесты для дисперсий на основе масла И-20А существенных изменений коэффициента трения не выявили.

Таким образом, применение как МУНТ, так и их функционализированных аналогов, позволило выявить потенциал перспективных добавок для разработки нового класса смазочных материалов, которые подходят и эффективны для различных условий эксплуатации.

Работа поддержана грантом № FZZM-2023-0009 Минобрнауки РФ

О.А. ХАНЧИЧ

Государственный университет просвещения

ОБРАЗОВАНИЕ АНИЗОТРОПНЫХ СТРУКТУР КООГУЛЯЦИИ РАСТВОРОВ ПОЛИАМИДБЕНЗИМИДАЗОЛА

В данной работе изучалось образование оптически анизотропных структур при переходе в конденсированное состояние изотропных растворов полиамидбензимидазола (ПАБИ) в диполярных апротонных растворителях. Структурообразование в таких системах на одной из основных стадий процесса формирования волокон является предметом самостоятельного научного интереса. ПАБИ является полужесткоцепным полимером и можно предположить возможность появления в процессе коагуляции надмолекулярных структур различной морфологии, которые характерны как жестко – так и для гибкоцепных полимеров

С помощью поляризационно-оптических методов, рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии изучены кинетика и особенности образования анизотропных структур различной морфологии при различных концентрациях температурах в диметилацетамиде (ДМАА) и диметилсульфоксиде (ДМСО) и *N*-метилпирролидоне (*N*-МП). Обнаружено, что для студней ПАБИ в ДМАА и ДМСО характерно образование анизометричных структур микронных размеров. Размеры этих структур зависят от концентрации полимера в растворе, типа растворителя и температуры. Использование в качестве растворителя *N*-МП приводит к возникновению жидкокристаллических (ЖК) сферолитов, состоящих из упорядоченных макромолекул, связанных между собой звеньями, имеющими двухмерный порядок, соответствующий ЖК структуре. Можно предположить, что в процессе коагуляции происходит образование мезофазы подобно лиотропному переходу в ЖК состояние. Проведенные исследования позволяют экспериментально проверить термокинетический принцип эквивалентности, выдвинутый С.Я. Френкелем, согласно которому эффективную жесткость макромолекул можно регулировать путем изменения типа растворителя или концентрации полимера в растворе.

АНИЗОТРОПНЫЕ СТРУКТУРЫ В СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДБЕНЗИМИДАЗОЛА

Изучение анизотропных структур в системах на основе полиамидбензимидазола (ПАБИ) является научным и практически значимым, так как из этого полимера получают высокопрочные термостойкие волокна, используемые в качестве армирующего компонента в композиционных материалах с уникальными свойствами. ПАБИ относится к полужесткоцепным полимерам и имеет длину статистического сегмента Куна, промежуточную между типично жесткоцепным полибензамидом и гибкоцепным полисульфонамидом. В то же время было обнаружено, что в системах на основе ПАБИ может образовываться жидкокристаллическая (ЖК) фаза, благодаря которой получают высокую ориентацию макромолекул и, соответственно, высокие прочностные свойства волокон. Представляет интерес возможность перехода изотропного раствора ПАБИ в ЖК фазу при формовании.

Поляризационно-оптические и рентгенографические исследования студней ПАБИ показали отсутствие кристаллической фазы. Сферолиты в образующихся студнях можно представить в виде макромолекул, распределенных вдоль радиуса и связанных между собой упорядоченными звеньями, имеющими двухмерный порядок на молекулярном уровне. Образование таких оптически анизотропных структур приводит к специфической интерференционной окраске микрофотографий в скрещенных николях поляризационного микроскопа. В процессе застудневания ПАБИ может образовываться холестерическая мезофаза. При этом морфология студней определяется анизометричными структурами, которые являются агрегатами пачечного типа с большим шагом спиральной закрученности. В процессе формования при коагуляции увеличивается концентрация полимера, а за счет ориентационной вытяжки происходят значительные конформационные изменения. Проведенные исследования являются важными для понимания процессов, происходящих при формовании волокон.

Р.И. ХУСНУТДИНОВА¹, А.И. ГАЛЕЕВА¹, А.С. КРУПИН¹,
Ю.Г. ГАЛЯМЕТДИНОВ^{1,2}

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет

²Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского

ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА ЛИОТРОПНОЙ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МОНОДОДЕЦИЛОВОГО ЭФИРА ТЕТРАЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ С УГЛЕРОДНЫМИ ТОЧКАМИ В ВОДНО-ДЕКАНОЛЬНОЙ СРЕДЕ

Лиотропные жидкокристаллические системы (ЛЖК) обладают большим потенциалом для фундаментальных научных исследований и прикладных приложений, таких как биомедицина, молекулярная оптоэлектроника.

Целью данной работы было исследование структурно-фазовых превращений систем на основе неионного поверхностно-активного вещества – монододецилового эфира тетраэтиленгликоля ($C_{12}EO_4$), водного раствора и деканола с «голубыми» углеродными точками (bCD), являющимися люминесцентными маркерами. По результатам экспериментальных исследований была построена фазовая диаграмма многокомпонентной системы, которая представлена на рис.

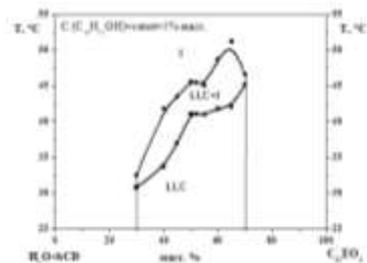


Рис. Фазовая диаграмма системы $C_{12}EO_4/(H_2O+bCD)/C_{10}H_{21}OH$

Таким образом, на основании исследования фазовых переходов систем $C_{12}EO_4/(H_2O+bCD)/C_{10}H_{21}OH$ определены температурные и концентрационные пределы формирования ламелярных ЛЖК допированных С-точками. Показано, что исследованная система является удобной платформой для различных биомедицинских применений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания № 075-01508-23-00. Тема исследования «Создание научных основ получения новых мультифункциональных материалов широкого спектра применения» (FZSG-2023-0008)

К.А. ЧЕРНОВА, Г.Р. БЕРЕЗИНА

Ивановский государственный химико-технологический университет

ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРЕНИЯ ТЕТРАГИДРОКОРРИНОВ В ЭТАНОЛЕ

Сложность и многообразие структур органических соединений определяет специфику поведения их в химических реакциях и физико-химических процессах, имеющих место в растворах.

Методом изотермического насыщения определена равновесная растворимость ($\Delta G = 0$) и рассчитаны термодинамические характеристики растворения тетрагидрокорринов кобальта и никеля в этаноле при 298–318 К (табл.). Растворимость исследуемых соединений измерялась на термостатируемой установке для встряхивания ампул.

Таблица. Положение (λ , нм) и интенсивность ($\lg \epsilon$) полосы поглощения в электронных спектрах, политермическая зависимость равновесной растворимости ($S \pm 0.04$ ммоль/л) и термодинамические характеристики растворения соединений в этаноле (ΔH^0 и ΔG^0 – кДж/моль, ΔS^0 – Дж/(моль·К))

| № | λ , нм ($\lg \epsilon$) | S^{298} , К | S^{308} , К | S^{318} , К | ΔH^0 | ΔG^0 | ΔS^0 |
|----------------|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 (Co-korrine) | 497 5.03 | 1.58 | 2.37 | 3.98 | 36.5 ± 4 | 21.7 | 50 |
| 2 (Ni-korrine) | 551 5.18 | 2.41 | 3.90 | 6.29 | 37.8 ± 1 | 20.6 | 58 |

Этанол – растворитель с преимущественно электроноакцепторной функцией ($AN = 37.1$). Растворимость соединений в этаноле составляет 10^{-4} моль/л.

Процесс растворения соединений имеет положительную температурную зависимость, эндотермичен, происходит разупорядочивание системы, что сопровождается небольшим ростом энтропии растворения. Невысокие величины ΔG , характеризующие суммарный вклад энтальпийной и энтропийной составляющих в процесс растворения, имеют примерно одинаковые значения, поэтому данные молекулы имеют примерно одинаковую вероятность перехода из твердой фазы в раствор.

THERMOSENSITIVE MATERIALS BASED ON LIQUID CRYSTALLINE EU(III) COMPLEX

Lanthanide coordination compounds are molecular materials that have been intensively studied over the past decade. The ability to change luminescent characteristics depending on temperature makes it possible to use them as working elements of luminescent thermosensors.

The work proposes thermosensitive materials based on mesogenic Eu(III) complexes obtained by glass transition from a melt (fig. a). The synthesized compounds are amorphous at room temperature, and, when cooled from an isotropic state, vitrify to form optically transparent films. The Eu(CPDK₃₋₅)₃bpy₁₇₋₁₇ complex is liquid crystalline (LC), exhibiting smectic and nematic mesophases. The small values of ΔH and ΔS of the G – SmA and N – I phase transitions of the studied complex indicate that the packing of molecules in mesophase has a low order and the phases are low-viscous.

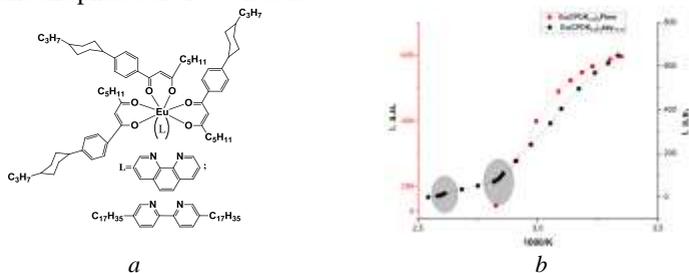


Fig. a – Structure of LC (L = bpy₁₇₋₁₇) and non-LC (L = phen) complexes of Eu(III); b – temperature dependence of the luminescence intensity of LC (black curve) and non-LC (red curve) complexes

It was shown that an increase of temperature in films leads to a decrease in luminescence intensity due to non-radiative relaxation as a result of temperature quenching (Fig. 1b). For the first time, it was discovered that LC complexes, unlike non-LC complexes, exhibit increased sensitivity of luminescence to temperature ($SrI = 20\%/K$), which may be due to changes in intermolecular interactions and the nature of mutual orientation during heating in the liquid crystalline phase. Thus, the obtained materials can be used as working elements of luminescent thermosensors.

The work was carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. 075-01508-23-00

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-------------|---|
| Предисловие | 3 |
|-------------|---|

УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ

| | |
|--|----|
| Авдеев В.А. | 5 |
| ПДЖК электрооптические модуляторы видимого и инфракрасного диапазона | |
| Васильева А.А., Пасечник С.В., Кононов Я.А. | 6 |
| Самоупорядочение капель изотропной жидкости в нематическом жидком кристалле | |
| Гейвандов А.Р., Касьянова И.В., Симдянкин И.В. | 7 |
| Оптические элементы с геометрической фазой на основе полимеризуемых жидких кристаллов | |
| Гришин И.С., Смирнов Н.Н., Яшкова Д.Н. | 8 |
| Влияние структуры кремнийоксиглеродных композитов на эффективность дефторирования экстракционной фосфорной кислоты | |
| Догадаева С.А., Антина Л.А., Березин М.Б., Антина Е.В. | 9 |
| Наноразмерные системы доставки BODIPY фотосенсибилизаторов на основе цеолитных имидазолатных каркасов ZIF-8 | |
| Дубцов А.В., Пасечник С.В., Прохоров Д.И. | 10 |
| Ориентационные эффекты в жидких кристаллах на границе раздела с изотропными жидкостями | |
| Дубцов А.В., Пасечник С.В., Уманский Б.А. | 11 |
| Фотоиндуцированные процессы в жидких кристаллах при контакте с водой | |
| Дубцов А.В., Пасечник С.В., Уманский Б.А. | 12 |
| Фазовый переход нематик-смектик в условиях цилиндрических пространственных ограничений | |
| Еремеева Ю.В., Гусева Г.Б., Антина Е.В. | 13 |
| Структурная модификация BODIPY люминофоров для флуоресцентной диагностики и фотодинамической терапии | |
| Жукович-Гордеева А.А., Кузнецов А.В., Ткаченко Т.П., Пожидаев Е.П. | 14 |
| Электрооптический эффект светорассеяния в гомеопланарных структурах смектического C* сегнетоэлектрического жидкого кристалла | |

| | |
|---|----|
| Касьянова И.В., Мамонова А.В., Артемов В.В., Ежов А.А., Сидянкин И.В., Гейбандов А.Р., Палто С.П., Горкунов М.В. | 15 |
| Переключаемые оптические элементы на основе жидкокристаллических метаповерхностей | |
| Кузьмина А.А., Пичурова А.А., Новиков И.В., Александрийский В.В., Бурмистров В.А. | 16 |
| Хиральная индукция спиральной мезофазы амфифильными производными хлорина еб и их металлокомплексами | |
| Знойко С.А., Кузьмина М.С. | 17 |
| Исследование устойчивости октазамещенных металлофталоцианинов с 2-фенилфенокси-группами к термоокислительной деструкции | |
| Кулев В.А., Гиричева Н.И., Смирнова А.И., Усольцева Н.В. | 18 |
| Кислотно-основные свойства несимметрично замещенного тетрафенилпорфирина | |
| Кураева Ю.Г., Онучак Л.А. | 19 |
| Универсальные изомерселективные сорбенты на основе супрамолекулярных жидких кристаллов и производных циклодекстринов | |
| Курилов А.Д., Губарева А.В., Парашук Н.С., Смирнова А.И., Усольцева Н.В., Чаусов Д.Н. | 20 |
| Динамическая диэлектрическая спектроскопия тридецилата холестерина | |
| Кучеров Р.Н., Курилов А.Д., Смирнова А.И., Столбов Д.Н., Жачкин В.А., Кузьмин М.К., Усольцева Н.В., Чаусов Д.Н. | 21 |
| Влияние углеродных наноструктур на реологические и структурные свойства холестерического жидкого кристалла | |
| Ларионов А.И., Евдокимова А.В., Агафонов А.В. | 22 |
| Исследование фотокаталитических свойств композитов на основе меди и железа | |
| Макуценя Д.И., Рыбакова Я.И. | 23 |
| Синтез конденсированных азолов реакцией 3-арил-6-ацетилциклогекс-2-енонов с бифункциональными нуклеофилами | |
| Миронюк В.Н., Каратышова Т.Я., Смирнова А.И., Усольцева Н.В., Гиричева Н.И., Глуховской Е.Г. | 24 |
| Исследование процессов протонирования молекул порфирина в плавающих слоях лэнгмюра и пленках на твердых подложках | |

| | |
|--|----|
| Набасов А.А., Румянцева Т.А., Галанин Н.Е. | 25 |
| Синтез и спектрально-люминесцентные свойства 4,7-бис-(октилокси)-3-хинолин-2-илметиленизоиндолин-1-он и его борфторидный комплекс | |
| Панов В.П., Дубцов А.В., Migara L.K., Jang-Kun Song | 26 |
| Бегущие волны ориентации директора в хиральных нематиках под воздействием электрического поля с нарушенной темпоральной симметрией | |
| Петухова Е.А., Данилова Е.А. | 27 |
| Поиск селективного метода синтеза моно- и бис(хлорэтил)амино производных гуаназола | |
| Пивень А.О., Дармороз Д.Д., Орлова Т. | 28 |
| Характеристики и поведение крупных вращающихся паттернов в фотоактивных хиральных нематиках | |
| Плотникова А.О. | 29 |
| Использование дитиапорфиринов в качестве рН-зависимого рецептора для селективного связывания перхлорат-ионов | |
| Саидгазиев А.Ш., Пасечник С.В., Харламов С.С. | 30 |
| Поток паузеяля жидкого кристалла в пористой пленке с ориентацией, стабилизированной поверхностью | |
| Сахарова Е.А., Лапыкина Е.А., Гиричева Н.И. | 31 |
| Влияние природы заместителей на структуру трис[1,2,4]триазоло[1,3,5]триазина | |
| Сванидзе А.В., Палффи-Мухорай П. | 32 |
| Режимы отклика фотомеханических материалов в ответ на ультрафиолетовое облучение | |
| Симдянкин И.В., Гейвандов А.Р., Касьянова И.В., Палто С.П. | 33 |
| Локальные ориентационные переходы в состояние с лежачей спиралью в ХЖК с отрицательной диэлектрической анизотропией | |
| Знойко С.А., Степанова Д.С. | 34 |
| Синтез металлокомплексов фталоцианинов, содержащих кумилфеноксигруппы и фрагменты морфолина с лантанидами | |
| Танасевич В.А., Кустова Т.В. | 35 |
| Циклогексилфеноксипроизводные триазолсодержащих трехзвенных продуктов. синтез, свойства и перспективы применения | |
| Уманский Б.А. | 36 |
| Циркулярный дихроизм в хиральных нематических жидких кристаллах | |

| | |
|--|----|
| Филиппов А.А., Федоров М.С. | 37 |
| Взаимосвязь газофазной кислотности дисульфокислот и переноса протона в их потенциально мезогенных комплексах | |
| Харламов С.С., Пасечник С.В. | 38 |
| Модифицированный метод капиллярного потока для определения вязкости жидкого кристалла | |
| Хробак А.В., Пасько А.А., Хан Ю.А., Титов Г.А., Дьячкова Т.П. | 39 |
| Свойства силанизированных углеродных нанотрубок и гибридных систем «углеродные нанотрубки/графеновые нанопластины» | |
| Шарова А.Е., Иванов Е.Н., Данилова Е.А. | 40 |
| Влияние ультразвукового излучения на гранулометрический состав пигмента | |
| Яблонский С.В., Лазарев В.В., Боднарчук В.В., Белич Н.А., Ивлев П.А., Тарасов А.Б. | 41 |
| Широкополосный оптический сенсор на гибридном перовските | |

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

| | |
|--|----|
| Александров А.И., Пашкова Т.И. | 43 |
| Влияние конформационных превращений металломезогенов на планарную ориентацию лэнгмюровских монослоев и ЛБ пленок | |
| Бодунов Д.А., Самышкин В.Д., Халимов Н.А. | 44 |
| Формирование макромасштабных губкообразных структур на основе кристаллов углерода sp-sp ² | |
| Власова Н.В., Кустова Т.В. | 45 |
| Сравнительная оценка методов определения фтора в зубной пасте. влияние фтора на качество детской зубной пасты и оптимальный выбор метода определения | |
| Гаврилова А.Н., Шушкова А.С., Борисовская Е.П., Молчанов Е.Е., Марфин Ю.С. | 46 |
| Дизайн структур на основе люминофоров BODIPY для применения в сенсорных материалах | |
| Гудкова Е.А., Несчева Т.В., Сулова К.А., Смирнова Е.П., Добрыгин А.А., Шувандин В.М., Молчанов Е.Е., Знойко С.А. | 47 |
| Поиск лекарственных препаратов в мясных продуктах | |

| | |
|--|----|
| Демидова Е.И., Знойко С.А. | 48 |
| Синтез и спектральные свойства октазамещенных фталоцианинов с 2,3,5-триметилфеноксигруппами и их металлокомплексов | |
| Жуков П.Н., Лапыкина Е.А., Гиричева Н.И. | 49 |
| Строение Н-комплексов 1,3,4,6-тетра- и 1,3,5-три(5-фенил(1,3,4-оксадиазол-2-ил))бензола с бензойной кислотой | |
| Шуваева Е.Д., Калягин А.А., Шерудилло А.С., | 50 |
| Антина Л.А., Березин М.Б., Антина Е.В. | |
| Фотосенсибилизатор на основе бихромофорного α,α -bis(BODIPY): спектральные свойства, генерация синглетного кислорода | |
| Камардина В.И., Молчанов Е.Е., Клычева М.М. | 51 |
| Новые флуоресцентные сенсорные материалы на основе BODIPY для определения сероводорода в сыворотке крови | |
| Ковалев А.Е., Бычкова А.Н., Шишлова А.А. | 52 |
| Синтез и спектральные свойства конъюгата фталоцианина и азокрасителя, содержащего в своем составе атомы брома | |
| Максимов Е.А., Курилов А.Д., Васильчикова Е.В. | 53 |
| Температурная зависимость длины волны селективного отражения жидкокристаллического термоиндикатора | |
| Потапова А.С., Бумагина Н.А. | 54 |
| Тетраметилзамещенный дипиррометен как колориметрический и «turn-on» флуоресцентный сенсор ионов Zn(II) | |
| Рогачева А.С., Васильчикова Е.Н. | 55 |
| Измерение оптической анизотропии НЖК-1289 коноскопическим методом | |
| Ивакин В.А., Самойлов А.В., Галанин Н.Е. | 56 |
| Синтез и свойства биядерных хинолилметиленизоиндолинонов | |
| Филиппов И.А., Федоров М.С., Лапыкина Е.А. | 57 |
| Исследование мезоморфных свойств в ряду Н-комплексов на основе замещенных изофталевых кислот и 4-пиридил-4'-алкилоксибензоата | |
| Петухова Е.Е., Флеганова А.А., Румянцева Т.А. | 58 |
| Синтез и свойства хлорзамещенных несимметричных аналогов BODIPY | |

| | |
|--|----|
| Халимов Н.А., Эйум Эссака С.П., Бодунов Д.А. | 59 |
| Формирование линейных углеродных цепочек в комбинированном поле дугового разряда и лазерного излучения | |
| Хассун О.А.Х., Миронюк В.Н., Каратышова Т.Я., Смирнова А.И., Усольцева Н.В., Глуховской Е.Г. | 60 |
| Проводимость структур, содержащих слои квантовых точек и производных порфирина А ₃ В-типа | |
| Хорошева А.А., Бумагина Н.А. | 61 |
| Хромо-флуорогенные хемосенсоры ионов Zn ²⁺ на основе несимметрично-замещенных дипиррометенов | |
| Эйум Эссака С.П., Бодунов Д.А., Халимов Н.А. | 62 |
| Моделирование роста углеродной губки в условиях ограниченной диффузной агрегации | |
| Шишлова А.А., Бычкова А.Н. | 63 |
| Синтез и спектрально-люминесцентные свойства тетра-4-(дихлорфенилдиазенилнафтокси)фталоцианинов магния и цинка | |

ЗАОЧНЫЕ ДОКЛАДЫ

| | |
|---|----|
| Бадин Д.А., Кузнецова Т.С., Бураков А.Е., Буракова И.В., Дьячкова Т.П., Шурыкина К.А. | 65 |
| Нанокластеры оксида железа как функциональный модификатор сорбентов на основе биоуглей, полученных гидротермальным синтезом растительного сырья | |
| Каратышова Т.Я., Миронюк В.Н., Смирнова А.И., Усольцева Н.В., Глуховской Е.Г. | 66 |
| Плавающие слои на основе производного порфирина с пиридиновой группой | |
| Каратышова Т.Я., Миронюк В.Н., Матюшкина С.В., Глуховской Е.Г. | 67 |
| Контролируемые полимерные слои на воде | |
| Мараховская А.В., Березина Г.Р. | 68 |
| Растворимость тетра-4-(метоксифенокси-5-нитро)- и (метоксифенокси-5-хлор)фталоцианинов меди в хлороформе | |
| Палто С.П., Гейвандов А.Р., Касьянова И.В., Рыбаков Д.О., Симдянкин И.В., Уманский Б.А., Штыков Н.М. | 69 |
| Электро-индуцированные жидкорокристаллические фотонные структуры | |

| | |
|---|----|
| Романова К.А., Галяметдинов Ю.Г. | 70 |
| Влияние лигандного окружения на эффективность люминесценции мезогенных биядерных комплексов лантаноидов(III) | |
| Терентьев В.В., Акопова О.Б., Купцов А.В., Хачатрян С.М. | 71 |
| Улучшение противоизносных характеристик смазочных материалов введением металломезогена–ундецилената меди | |
| Уханова М.М., Шилов М.А., Смирнова А.И., Дьячкова Т.П., Усольцева Н.В. | 72 |
| Влияние строения и функционализации углеродных нанотрубок на триботехнические характеристики их дисперсий в маслах | |
| Ханчич О.А. | 73 |
| Образование анизотропных структур коагуляции растворов полиамидбензимидазола | |
| Ханчич О.А., Потешкин А.В. | 74 |
| Анизотропные структуры в системах на основе полиамидбензимидазола | |
| Хуснутдинова Р.И., Галеева А.И., Крупин А.С., Галяметдинов Ю.Г. | 75 |
| Фазовая диаграмма лиотропной жидкокристаллической системы на основе монодецилового эфира тетраэтиленгликоля с углеродными точками в водно-деканольной среде | |
| Чернова К.А., Березина Г.Р. | 76 |
| Термодинамика растворения тетрагидрокорринов в этаноле | |
| Ziyatdinova R.M., Knyazev A.A., Galyametdinov Yu.G. | 77 |
| Thermosensitive materials based on liquid crystalline Eu(III) complex | |

Сетевое электронное издание

**ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ
И «УМНЫЕ» НАНОМАТЕРИАЛЫ
(X Чистяковские чтения
к 95-летию со дня рождения проф. И.Г. Чистякова)**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
СОВМЕСТНО С
XIX ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИЕЙ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Россия, Иваново, 15–16 мая 2024 г.

[12+]

Директор издательства Л.В. Михеева

Выпускается в авторской редакции

Дата размещения на сайте 28.06.2024 г.

Уч.-изд. л. 3,5. Объем 1,5 МБ.

Издательство «Ивановский государственный университет»

✉ 153025 Ивановская обл., г. Иваново, ул. Ермака, 39

☎ (4932) 93-43-41. E-mail: publisher@ivanovo.ac.ru