

ФОРМА 1.ИНФОРМАЦИЯ О РУКОВОДИТЕЛЕ ПРОЕКТА № 16.5903.2017/БЧ**Личные данные**

Фамилия	Соколов
Имя	Михаил
Отчество	Евгеньевич
Дата рождения	26.12.1979
Гражданство	РОССИЯ
Телефон	+7(918)6811207
E-mail	Sokolovme@mail.ru

Образование

Образование, наименование вуза и год окончания обучения	высшее профессиональное, Кубанский государственный университет, 2002
Ученая степень	кандидат химических наук
Ученое звание	без звания

Место работы

Полное наименование организации	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет»
Должность	доцент
Приказ о назначении на должность	-
Регион	Краснодарский край
Почтовый адрес	350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149
Телефон	8(861)2199618
E-mail	sokolovme@mail.ru
Факс	-

Наукометрические показатели

Область научных интересов Химия

Индекс Хирша

А) по базе данных «Сеть науки» (Web of Science) 1

Б) по базе данных MathSciNet 0

В) по базе данных Scopus 1

Число публикаций, индексируемых

А) в базе данных «Сеть науки» (Web of Science) 6

Б) в базе данных MathSciNet 0

В) по базе данных Scopus 8

Средневзвешенный импакт-фактор изданий, в которых были опубликованы статьи 1.17

Число цитирований статей, индексируемых

А) в базе данных «Сеть науки» (Web of Science) 3

Б) в базе данных MathSciNet 0

В) по базе данных Scopus 3

Среднее число цитирований в расчете на одну публикацию

А) в базе данных «Сеть науки» (Web of Science) 0.50

Б) в базе данных MathSciNet 0.00

В) по базе данных Scopus 0.38

Число публикаций за последние пять лет в изданиях, индексируемых

А) в базе данных «Сеть науки» (Web of Science) 3

Б) в базе данных MathSciNet 0

В) по базе данных Scopus 6

Средневзвешенный импакт-фактор изданий, в которых были опубликованы статьи за последние пять лет 1.17

Научные достижения

Научная деятельность, основные научные достижения

Основным научным направлением является изучение особенностей формирования тонкопленочных наноструктурированных молекулярных ансамблей на границе раздела фаз и исследования их физических и физико-химических свойств, а также нанокompозитных полимерных материалов функционального назначения.

На данный момент времени получен ряд новых полифункциональных лигандов дифильной природы на основе производных бета-дикетоннов с гидрофобными углеводородными заместителями. Свойства данной группы соединений в настоящее время активно изучается в применении к формированию на их основе, а также их комплексных соединений с ионами лантаноидов, упорядоченных молекулярных ансамблей Ленгмюра-Блоджетт. Предложена модель, позволяющая проводить молекулярное моделирование процессов формирования пленок Ленгмюра, а также получать и оценивать теоретические значения энергии образования таких сложных молекулярных систем, предельные площади молекул в слое, а также поверхностное давление молекулярного слоя.

В 2014-2016 г. научно-исследовательская работа была поддержана 2-я грантами РФФИ. Результаты научной работы регулярно публикуются в Международных и Российских журналах, а также докладываются на профильных Международных и Всероссийских конференциях. Общее количество публикаций составляет 103, в том числе 24 статей в журналах, индексируемых в РИНЦ, Scopus и WoS, 3 патента РФ. Индекс Хирша в РИНЦ – 3 (Scopus и WoS – 2). В период с 2010 по 2016 г. опубликовано 56 печатных работ, из которых 14 статей (3 в зарубежных журналах, 5 в переводных журналах РФ, 6 в российских журналах из перечня ВАК). По материалам работы подготовлена и защищена 1 диссертация на соискание ученой степени кандидата наук.

Премии и награды, почетные звания

№ п/п	Название премии/награды	Кем выдана	Год получения	Достижение, за которое вручена премия/награда
1	Серебряная медаль Международного салона изобретений «Concours Lepine», г. Страсбург (Франция)	Международное Жюри	2014	за разработку "Vernis et compositions d'impregnation sur la base des matériaux metal-polimeres composites"
2	Бронзовая медаль и диплом XVII Московского международного Салона изобретений и инновационных технологий «Архимед – 2014»	Международное Жюри	2014	за разработку "Лаки и пропитывающие составы на основе металлокомпозитных полимерных материалов функционального назначения"

Результаты интеллектуальной деятельности за последние 5 лет

Перечень наиболее значимых публикаций за последние 5 лет (не более 10)

№ п/п	Название издания	Авторы (в порядке, указанном в публикации)	Название публикации	Год, том, выпуск	Импакт-фактор издания (по Web of Science)	Реферируется	Индексируется
1	Журнал физической химии / Russian Journal of Physical Chemistry A	Соколов М.Е., Репина И.Н., Райтман О.А., Колоколов Ф.А., Панюшкин В.Т.	Особенности комплексообразования в монослоях ленгмюра октадекан-2,4-диона с ионами лантаноидов (Features of the complexation of octadecane-2,4-dione and lanthanide ions in Langmuir	2016, 90, 5	0.55	ВИНИТИ	Web of Science Scopus

№ п/п	Название издания	Авторы (в порядке, указанном в публикации)	Название публикации	Год, том, выпуск	Импакт-фактор издания (по Web of Science)	Реферируется	Индексируется
			monolayers)				
2	Известия высших учебных заведений. Физика / Russian Physics Journal	Джимак С.С., Басов А.А., Копытов Г.Ф., Кашаев Д.В., Соколов М.Е., Арцыбашева (Лясота) О.М., Шарапов К.С., Барышев М.Г.	Применение ЯМР-спектроскопии для определения низких концентраций нерадиоактивных изотопов в жидких средах (Application of NMR spectroscopy to the determination of low concentrations of nonradioactive isotopes in liquid media)	2015, 58, 7	0.49	ВИНИТИ	Web of Science Scopus
3	Журнал неорганической химии / Russian Journal of Inorganic Chemistry	Войцеховская С.А., Соколов М.Е., Панюшкин В.Т., Власенко В.Г., Зубавичус Я.В.	Локальная атомная структура наночастиц кобальта в полимерной матрице (Local atomic structure of cobalt nanoparticles in a polymer matrix)	2015, 60, 2	0.59	ВИНИТИ	Web of Science Scopus
4	(Springer New York Consultants Bureau)	Voytsihovskaya S.A., Sokolov M.E., Panyushkin V.T., Gromov P.Y., Shcherbina A.A., Matveev V.V.	Спектроскопия ферромагнитного резонанса карбоксилатных кобальтсодержащих нанокомпозитных сополимеров этилметакрилата с акриловой кислотой (Ferromagnetic resonance spectroscopy of carboxylated cobalt-containing nanocomposite ethyl methacrylate/acrylic acid copolymers)	2013, 79, 6	0.34	ВИНИТИ	Web of Science Scopus
5	Journal Of Physical Chemistry C (American Chemical Society)	Repina I.N., Sokolov M.E., Panyushkin V.T.	Investigation of complex formation of cobalt(II) with molecular langmuir layers of octadecane-2,4-dione	2012, 116, 9	4.49	ВИНИТИ	Web of Science Scopus

Список монографий и глав в монографиях за последние 5 лет

№ п/п	Наименование монографии	Авторы	Год издания	ISBN, издательство	Количество страниц
Отсутствуют					

Перечень объектов интеллектуальной собственности (патенты, авторские свидетельства и т.д.) за последние 5 лет, автором которых является руководитель проекта

№ п/п	Наименование объекта интеллектуальной собственности	Вид объекта	Дата регистрации в государственном реестре	Территория (страна) и срок действия	Охранный документ (патент, свидетельство о регистрации)	
					№	дата выдачи
1	"Полимерный магнитный материал, содержащий наночастицы кобальта" Войцеховская Светлана Анатольевна, Панюшкин Виктор Терентьевич, Соколов Михаил Евгеньевич	Патент на изобретение	20.02.2013	РОССИЯ	2011132880/07 от 04.08.2011 / RU 02475878 C1	20.02.2013

Конференции, на которых были представлены доклады за последние 5 лет

№ п/п	Название конференции	Уровень конференции (Международная, всероссийская, региональная)	Место и дата проведения	Язык доклада	Авторы и название доклада
1	28th Conference European Colloid and Interface Society ECIS2014 (T12. Surfactants, Lipids, Micelles and Vesicles)	Международная	Кипр, Лимасол 07.09.2014 – 12.09.2014	Английский	Repina I.N., Sokolov M.E., Merzlakova A., Radimceva V. The complex formation of Eu3+ and Tb3+ with octadecane-2,4-dione in the langmuir layers
2	NANOTECHNOLOGY 2013: ADVANCED MATERIALS, CNTS, PARTICLES, FILMS AND COMPOSITES - 2013 NSTI NANOTECHNOLOGY CONFERENCE AND EXPO, NSTI-NANOTECH 2013	Международная	США, Вашингтон 12.05.2013 – 16.05.2013	Английский	REPINA I.N., SOKOLOV M.E. COBALT NANOPARTICLES: SYNTHESIS AND LANGMUIR-BLODGETT MONOLAYER FORMATION

Опыт по руководству научным коллективом**Проекты, выполненные или выполняемые в качестве руководителя**

№ п/п	Название проекта	Размер финансирования (млн. руб.)	Источник финансирования	Срок выполнения проекта (начало-окончание)	Основные результаты проекта
1	"Комплексообразование ионов лантаноидов на границе раздела наноструктурированных молекулярных ансамблей дифильных бета-дикетонс с водной средой" (грант РФФИ №14-03-32008 мол_а)	0.8	Российский фонд фундаментальных исследований	25.02.2014 – 31.12.2015	1) Получен ряд новых полифункциональных лигандов дифильной природы на основе производных бета-дикетонс с гидрофобными углеводородными заместителями и изучены особенности их кето-енольной таутомерии и кислотно-основных свойств. 2) Определены условия формирования полученными соединениями истинного молекулярного слоя и условий их переноса

№ п/п	Название проекта	Размер финансирования (млн. руб.)	Источник финансирования	Срок выполнения проекта (начало-окончание)	Основные результаты проекта
					на твердые подложки 3) Получены образцы однослойных пленок Ленгмюра-Блоджетт на поверхности стекла с нанесенным слоем золота и изучены их структурные, спектральные и кислотно-основные свойства на границе раздела фаз ПЛБ – водная среда. 4) Предложена и апробирована методика моделирования процессов молекулярной организации при образовании пленок Ленгмюра на основе бета-дикетоннов методом молекулярной механики ММ+.

Опыт по подготовке научных и педагогических кадров

Опыт преподавательской деятельности

С 2007 г. преподаватель кафедры нанотехнологий и наносистем физико-технического факультета. С 2008 г. доцент кафедры нанотехнологий и наносистем. В настоящее время доцент кафедре радиофизики и нанотехнологий. Учебная нагрузка с 2013 по 2016 учебные года составляла в среднем 450 часов (0,5 ставки доцента) лекционных курсов, лабораторных, практических и семинарских занятия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.04 «Нанотехнологии в электронике», по следующим дисциплинам:

- «Материалы и методы нанотехнологий»;
- «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем»;
- «Спектральные методы исследований».

а также руководство учебной и производственной практикой, а также руководство курсовыми и дипломными работами студентов.

Опыт по подготовке докторов наук и кандидатов наук

№ п/п	Название диссертации	Ученая степень	Дата защиты	Специальность ВАК	ФИО диссертанта
1	Комплексообразование Co^{2+} и Ni^{2+} с бифильными в-дикетонами в растворе и монослоях Ленгмюра	кандидат	13.12.2011	02.00.01	Репина Ирина Николаевна

Общественная научная деятельность

Членство в редколлегиях и консультативных советах рецензируемых научных изданий (с указанием сроков членства)

не состоит

Членство в программных и организационных комитетах международных конференций

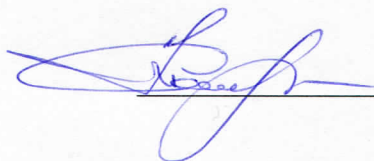
Член организационных комитетов конференций:

- 1) Международной конференции «Спектроскопия координационных соединений»,
- 2) Международной молодежной школа-конференции по физической химии краун-соединений, порфиринов и фталоцианинов конференциях,
- 3) Международной молодежной школы-конференции «Супрамолекулярные системы на поверхности раздела».

Членство в руководящих и консультативных органах международных научных обществ и объединений

не состоит

Руководитель проекта

 /М.Е. Соколов

ФОРМА 2. ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЕКТЕ №16.5903.2017/БЧ**1. НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА:**

Изучение особенностей формирования и свойств упорядоченных молекулярных ансамблей Ленгмюра-Блоджетт на основе комплексных соединений лантаноидов (III)

2. ШИФР ПРОЕКТА:

16.5903.2017/БЧ

3. ЗАПРАШИВАЕМАЯ СУММА (В ТЫС. РУБЛЕЙ):

1 260,6

4. АННОТАЦИЯ:

Одно из перспективных направлений развития нанотехнологий в области разработки высокоэффективных электролюминесцентных, сорбционных и хемосенсорных устройств связано с созданием многофункциональных наноструктурированных молекулярных систем, принципов их направленного синтеза, сборки и управления физико-химическими характеристиками. В связи с этим наиболее интересными объектами для исследования являются 2D- и 3D-упорядоченные молекулярные ансамбли на основе пленок Ленгмюра-Блоджетт органических лигандных систем и их координационных соединений с ионами d- и f-элементов, обладающих специфическими химическими, фотоактивными, люминесцентными, магнитными и др. свойствами. В связи с этим основной целью проекта является поиск новых полифункциональных органических лигандных систем, способных эффективно связывать ионы f-элементов и формировать наноструктурированные тонкопленочные молекулярные ансамбли с заданными физико-химическими (оптическими, электролюминесцентными, сорбционными и др.) свойствами, а также изучение комплексобразующих свойств подобных молекулярных систем, в том числе на границе раздела фаз, принципов и закономерностей их направленной сборки и управления физико-химическими характеристиками. В рамках предлагаемого проекта в качестве лигандных систем выбраны дифильные бета-дикетоны. Уникальные свойства бета-дикетонов и их комплексных соединений с ионами лантаноидов позволяют эффективно применять бета-дикетоны в аналитических и экологических целях для концентрирования и извлечения ионов металлов из растворов, а их комплексные соединения с ионами лантаноидов – в качестве люминесцентных, радиационностойких и др. материалов. Учитывая сказанное, следует ожидать, что 2D- и 3D-упорядоченные молекулярные ансамбли на основе пленок Ленгмюра-Блоджетт дифильных бета-дикетонов и их комплексных соединений с ионами лантаноидов могут быть основой для эффективных электролюминесцентных, сорбционных и сенсорных систем, а также молекулярных устройств для фотоники, спинтроники и электроники.

5. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА И СЛОВСОЧЕТАНИЯ:

координационные соединения, бета-дикетонаты, лантаноиды, монослой Ленгмюра, пленка Ленгмюра-Блоджетт, комплексобразование на границе раздела фаз

6. ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ:

Нанотехнологии

7. КОДЫ ГРНТИ:

31.17.29, 29.19.16, 29.31.23, 47.09.63

8. ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ, ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ:

Индустрия наносистем

9. ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ:

Нет

10. КРИТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ:

Технологии наноустройств и микросистемной техники

11. НАПРАВЛЕНИЕ НТИ:

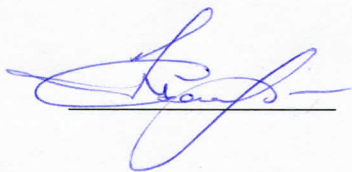
группа «Рынки»

Нет

группа «Технологии»

Новые материалы

Руководитель проекта



М.Е. Соколов

ФОРМА 3. ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА №16.5903.2017/БЧ

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ:

В настоящее время в области координационной химии проявляется особый интерес к наноструктурированным тонкопленочным молекулярным системам на основе координационных соединений d- и f-элементов и молекулярным устройствам на их основе. Подобные молекулярные ансамбли могут найти широкое практическое применение в хемосенсорных, сорбционных и каталитических системах, эффективных люминесцентных и оптических светотрансформирующих материалах, системах магнитной записи и хранения информации высокой плотности и т.д. [1-3]. При этом основными требованиями, предъявляемыми к подобным системам, являются упорядоченность молекулярных ансамблей, их однородность на поверхности твердых подложек. Указанным требованиям отвечают молекулярные пленки Ленгмюра-Блоджетт (ПЛБ).

Технология Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ) позволяет на твердые подложки наносить сплошные ориентированные молекулярные пленки известной и контролируемой толщины (до единиц ангстрем). Методики, основанные на этой технологии, позволяют воспроизводимо получать двумерно упорядоченные моно- и мультислой на основе органических амфифильных веществ и их соединений, в том числе и комплексных с заданными химическими, оптическими, магнитными и др. свойствами.

Примером практического применения ПЛБ является создание электронных сенсоров на различные ионы и газы, например сенсоров аммиака [4]. Основными требованиями, предъявляемыми к подобным устройствам являются их высокая чувствительность, селективность, долговечность при снижении энергопотребления и стоимости. Применение ПЛБ дает в этом плане определенные преимущества. Подбирая вещества, составляющие пленку, можно создавать условия селективного взаимодействия определяемого иона или газа с поверхностью пленки. Кроме того, принцип «ключ-замок», характерный для некоторых органических веществ может выступать дополнительным фактором, повышающим селективность сенсоров на этапе сорбции определяемого компонента.

Перспективным направлением практического применения ПЛБ является возможность использования их в оптических приборах инфракрасного диапазона в качестве просветляющих покрытий [5]. При этом существует дополнительная возможность управления оптическими свойствами ПЛБ уже в процессе эксплуатации таких просветляющих покрытий.

В некоторых ПЛБ проявляется эффект электролюминесценции, что является чрезвычайно перспективным вследствие низких значений прикладываемого напряжения и малой толщины пленки. Так, например, напряжение в 6 В является достаточным для возникновения электролюминесценции в ПЛБ некоторых материалов, в сравнении с 20 В при использовании макропленок того же материала [6]. ПЛБ было предложено использовать для создания фотопроводящего устройства, которое состоит из двух частей: проводящей и фотохромной. Воздействие УФ-излучения на пленку приводит к изменениям в структуре ее фотохромной части и тем самым вызывает увеличение проводимости пленки [7].

В последнее время интенсивно изучается генерация в ПЛБ второй оптической гармоники (SHG) [5]. Это оптический эффект образования вторичных электромагнитных волн удвоенной частоты за счет нелинейного взаимодействия электромагнитной волны с веществом пленки, вызванный нелинейностью колебаний электрических диполей. Данный эффект может быть использован для переизлучения инфракрасного излучения YAG-лазера (1,06 мкм) в видимый зеленый свет (532 нм). При этом варьируя тип ПЛБ (X- или Z-тип нанесения) варьируются и свойства пленки. Хотя теория предсказывает, что интенсивность света должна увеличиться квадратично с увеличением толщины пленки, эксперименты с ПЛБ показали, что эффект генерации второй оптической гармоники может наблюдаться только если пленка относительно тонкая.

Применение технологии ЛБ накладывает определенное ограничение на структуру используемой лигандной системы, которая должна формировать на поверхности устойчивый во времени планарно-упорядоченный молекулярный слой. Лиганды должны быть дифильными, т.е. содержать гидрофобную и гидрофильную часть. Кроме того, требования, предъявляемые к электролюминесцентным, сорбционным и хемосенсорным системам (высокая комплексобразующая активность и селективность, стабильности комплексных соединений, эффективность люминесценции и т.д.), предполагают, что в качестве гидрофильной части молекулы органического лиганда должна использоваться группа способная прочно связывать и удерживать ионы различных металлов, а также обеспечивать эффективную передачу поглощенной лигандом (антенной) энергии на ион металла для ее трансформации и переизлучения. Достаточно полно указанным критериям могут отвечать дифильные бета-дикетоны.

Бета-дикетоны за счет специфического строения координирующей группы способны прочно связывать ионы различных металлов при определенных значениях pH. Образующая при этом система сопряженных связей в виде псевдоароматического цикла обеспечивает эффективную передачу поглощенной лигандом (антенной) энергии на ион связанного металла и ее последующую трансформацию и переизлучение. В настоящее время указанные свойства позволяют эффективно применять простейшие бета-дикетоны в аналитических и экологических целях, в качестве материалов для концентрирования и извлечения ионов металлов из растворов, а их комплексные соединения с ионами лантаноидов в качестве люминесцентных, радиационноустойчивых и др. материалов.

Различные аспекты химии бета-дикетонатов широко изучены, что связано в значительной степени с практическим интересом к бета-дикетонатным комплексам металлов. Преобладающее число работ посвящены исследованию бета-дикетонов, содержащих в альфа-, бета- и гамма-положениях различные предельные или ароматические группы. В настоящее время изучено комплексобразование ионов d- и f-элементов с бета-дикетонами алифатического: ацетилацетон, пропионалацетон, дипропионалметан, пивалоилацетон и др.; ароматического: бензоилацетон, дибензоилметан, нафтоилацетон и др.; фторсодержащего: трифторацетилацетон, теноилтрифторацетон, гексафторацетилацетон и др. ряда, а также с некоторыми другими бета-дикетонами.

Устойчивость бета-дикетонатов d- и f-элементов определена, главным образом, методом потенциометрического титрования, спектрофотометрическим и методом ЯМР ^1H в водной (для ацетилацетонатов), водно-ацетоновой, водно-метанольной, водно-диоксановой средах и некоторых других. Обобщенные данные по устойчивости бета-дикетонатов приведены в работах [8, 9]. Большинство исследованных бета-дикетонатов d- и f-элементов можно расположить в следующий ряд возрастания устойчивости их комплексов: алифатические – ароматические – фторсодержащие. Такое изменение устойчивости объясняется смещением электронной плотности с атомов кислорода бета-дикетона на фторметильные группы и эффектом сопряжения в ароматическом кольце.

Из-за расширения сфер практического применения бета-дикетонатов d- и f-элементов дальнейшее изучение комплексов идет в направлении усложнения строения лигандов, т.е. получение бета-дикетонатов с различными заместителями (функциональными группами). Работы по изучению устойчивости комплексов с таким классом бета-дикарбонильных соединений (являющиеся потенциальными мономерами для синтеза функциональных полимеров и материалов на их основе) крайне ограничены из-за их малой растворимости, что составляет определенные трудности в изучении непредельных аналогов бета-дикетонатов, но облегчает их выделение. Тем не менее влияние возможного изменения координационных свойств бета-дикетонатов из-за введения дополнительных заместителей следует учитывать при синтезе новых производных бета-дикетонатов. Анализ зарядового распределения на атомах бета-дикетонатов непредельного и предельного ряда [10] показал, что введение алкеновых α -заместителей, сопряженных с бета-дикетонатным фрагментом (например, в 5-гексен-2,4-дион, 5-метил-5-гексен-2,4-дион), существенно меняет заряд на атомах углерода лигандного скелета, с которым они соединены, по сравнению с зарядом на том же атоме в присутствии насыщенного заместителя. При этом заряды на остальных атомах бета-дикетона меняются не столь существенно. Несопряженные заместители в этом положении (например, в 7-октен-2,4-дион) создают зарядовое распределение в скелетной цепочке атомов бета-дикетона, близкое к ацетилацетону. Это свидетельствует о том, что сопряженные заместители имеют большую π -составляющую связи с атомом углерода скелета бета-дикетона. pH-среды имеет принципиальное значение в синтетической химии комплексных соединений бета-дикетонатов, так как от него зависит тип комплексов, а в водных и водно-органических средах – характер реакции комплексообразования. При проведении реакций взаимодействия солей d- и f-элементов, особенно в воде, необходимо, чтобы величина pH реакционной смеси не превышала значений, при котором образуются гидроксиды лантаноидов. Значение величины pH выпадения гидроксидов d- и f-элементов и контроль их в процессе синтеза – необходимое условие при получении комплексов лантаноидов. Кроме того сами бета-дикетоны в растворе могут иметь несколько таутомерных форм (кетонную, енольную) количество каждой из форм зависит от многих факторов, но определяющее значение носит строение молекулы и растворители. В этой связи чрезвычайно важным становится учет величины pKa соединений, использующихся в качестве лигандов.

Однако, не смотря на изученность бета-дикетонатов, в последние десять лет количество публикаций посвященных синтезу новых органических лигандов на основе бета-дикетонатов и изучению их комплексообразующих свойств, а также физико-химических свойств комплексных соединений на их основе резко возросло. Так как определяющую роль в формировании физико-химических свойств (растворимость, электропроводность, термостабильность, перенос энергии на ион металла и т.д.) комплексных соединений играет органический лиганд, рост интереса к данной группе соединений можно объяснить не только уникальным строением координирующей группы бета-дикетонатов, но и широкими возможностями модификации их молекул за счет введения специфических заместителей. Современное развитие координационной химии идет по пути модификации органических лигандных систем. Широкие возможности молекулярного дизайна органических лигандов позволяют варьировать их свойства под конкретные практические задачи и расширять сферы их практического применения. Например, в биосенсорных системах и для визуализации биологических объектов [11], системах отображения информации [12, 13], энергосберегающих технологиях и пр.

Учитывая многообразие специфических свойств комплексных соединений бета-дикетонатов можно ожидать широкие перспективы применения ПЛБ на их основе в различных областях науки и техники в качестве аналитических, катализационных, оптических, биоактивных и др. систем. Однако процессы комплексообразования и физико-химические свойства дифильных бета-дикетонатов и их бета-дикетонатов как в растворе, так и в виде ПЛБ до настоящего времени практически не изучались. В литературных источниках обнаружены отрывочные данные о формировании и люминесцентных свойствах пленок ЛБ на основе 3-гексадецилпентан-2,4-иона и его комплексных соединений с ионом Eu^{3+} [14], а также о комплексообразовании некоторых алкилзамещенных производных ацетилацетона с ионами Co^{2+} и Ni^{2+} в растворе и на границе раздела пленка Ленгмюра / водная фаза [15, 16]. Тем не менее высокие координирующие свойства бета-дикетонатов почти со всеми d- и f-элементами, а также практически важные физические (оптические, люминесцентные, магнитные и др.) свойства бета-дикетонатов позволяют предположить, что планарные молекулярные системы на основе амфифильных бета-дикетонатов и их комплексных соединений с d- и f-элементами найдут широкое применение в оптических, магнитных, хемосенсорных и др. системах.

Последнее время уделяется особое внимание к OLEDs (organic light emitting diodes) в связи с тем, что они способны заменить все еще используемые в быту и на производстве электроннолучевые трубки. Также OLEDs составляют весьма серьезную конкуренцию и жидкокристаллическим дисплеям (LCDs), поскольку их излучение является более ярким, а отображаемая на них информация хорошо видна практически при любом угле обзора и не размывается даже при быстром прохождении через дисплей ее большого объема. Низкая энергопотребляемость OLEDs-устройств, высокие технические и эксплуатационные характеристики, возможность использования как в миниатюрных, так и в больших плоских панелях дисплеев стимулирует работы по их разработке и внедрению в широкую практику. OLEDs – это устройства, в которых электрическая энергия преобразуется в световое излучение в результате явления электролюминесценции. Одними из типов OLEDs являются органические светодиоды на так называемых малых молекулах – комплексных соединениях, красителях и др. Возрастающее число исследований в этой области за рубежом показывает перспективность использования OLEDs на основе комплексных соединений лантаноидов. Это связано с тем, что степень преобразования энергии при использовании триплетных эмиттеров может достигать 100%, а помимо дорогостоящих

металлорганических соединений (иридия, рутения и других редких металлов платиновой группы) к таким люминофорам относятся и координационные соединения лантаноидов. В отличие от металлов платиновой группы каждый ион лантаноида имеет характерный уникальный спектр испускания, положение пиков в котором при смене лигандов практически не изменяется, изменяется только интенсивность и характер (расщепление) спектров. Таким образом, задача поиска новых люминесцирующих комплексных соединений сводится к подбору лиганда (высокой вероятности образования триплетного уровня, его оптимального расположения по отношению к излучающему уровню лантаноида, хорошей координирующей способности) для каждого иона лантаноида. Другим преимуществом комплексов лантаноидов является малая ширина полос испускания в спектрах люминесценции, в отличие от широких полос в спектрах органических соединений и комплексов d-металлов, что позволяет получать относительно «чистые» цвета и делает перспективным применение OLEDs на основе комплексов лантаноидов в системах отображении информации.

Большинство работ по люминесцирующим комплексам лантаноидов с органическими лигандами посвящено бета-дикетонатам лантаноидов [14-16], что объясняется их высокими квантовыми выходами люминесценции и летучестью получаемых соединений, что позволяет наносить их на подложки методом вакуумного напыления. Однако в OLEDs в основном используют комплексы европия и тербия с простейшими бета-дикетонами.

Однако производство OLEDs на основе соединений лантаноидов все еще остается проблематичным. В основном, это связано с технологическими трудностями, возникающими при вакуумном напылении светоизлучающих материалов. Основными проблемами при получении тонкопленочных материалов являются деградация соединений при нагревании, неоднородность и кристаллизация аморфных пленок в электролюминесцентных устройствах.

В представленном проекте предусматривается модификация соединений, которая позволит избежать процесса вакуумного напыления при производстве OLEDs. Дифильная природа лигандов позволит получать из них в мягких условиях высокоупорядоченные моно- и полимолекулярные пленки Ленгмюра-Блоджетт.

Поскольку подобные исследования по созданию новых светоизлучающих материалов для молекулярной электроники и фотоники на основе дифильных бета-дикетонов путем целенаправленного варьирования структуры соединений на молекулярном и супрамолекулярном уровнях не проводились ни у нас ни за рубежом, то теоретический уровень ожидаемых результатов сопоставим с мировым, а по ряду позиций опережает аналогичные разработки в данной области науки.

[1] Лен Ж.-М. Супрамолекулярная химия. Концепции и перспективы. М., Наука, 2001. с.333.

[2] Gosser K., Glosekoffer P. Nanoelectronic and Nanosystem. From Transistors to Molecular and Quantum Devices. Berlin: Springer-Verlag. 2004. 281 p.

[3] Schwads A., Anlage M.S. // Chem. Mater. 2007. V. 30. P. 117.

[4] Львов Ю.М., Фейгин Л.А. Ленгмюровские пленки - получение, структура, некоторые применения // Кристаллография. 1987. Т. 32. № 3. С. 800-815.

[5] Richardsson T., Petty M.C., Bryce M.R., Bloor D. Introduction to molecular electronics. Ch. 10. New York: Oxford University Press. 1995. P. 221-242.

[6] Ferreira M., Olivati C.A., Machado A.M., Assaka A.M., Giacometti J.A., Akcelrud L. // Journal of Polymer Research. 2007. V. 4(1). P. 39-44.

[7] Ashwell G., Hargreaves R., Baldwin C., Bahra G., Brown C. // Nature. 1992. V. 357(6377). P. 393-395.

[8] Координационная химия редкоземельных элементов / Под ред. В.И. Спицина, Л.И. Мартыненко. М.: Изд-во МГУ. 1979. 254с.

[9] Проблемы химии и применения бета-дикетонатов металлов. М.: Наука. 1982. С.19-31.

[10] Зуб В.Я., Хаврюченко А.В., Герасимчук А.И., Бережницкая А.С. // Украинский химический журнал. 2002. Т.68. №10. С.69-73.

[11] Eliseeva S.V., Bunzli J.-C. G. // Chem. Soc. Rev. 2010, 39, 189 – 227.

[12] Каткова М.А., Витухновский А.Г., Бочкарев М.Н. // Успехи химии. 2005. Т. 74. № 12. С. 1193-1215.

[13] Kido J., Okamoto Y. // Chem. Rev. 2002. V. 102. P. 2357-2368.

[14] Luciano F., Kleber T., Claudio R., Paulo C., Marcos J., Ana P., Maria E.D., Osvaldo A. // Journal of Luminescence. 2008. Vol. 12. P. 1339-1347.

[15] Sokolov M.E., Arkhipova I.N., Kolokolov F.A., Volynkin V.A., Panyushkin V.T. // Russian Journal of General Chemistry. 2010. Vol.80. №10. P. 1895-1900.

[16] Repina I.N., Sokolov M.E., Panyushkin V.T. // The Journal of Physical Chemistry C. 2012. Vol. 116(9). P. 5554-5557.

2. ЦЕЛЬ ПРОЕКТА:

Поиск новых полифункциональных органических лигандных систем, способных эффективно связывать ионы d- и f-элементов и формировать наноструктурированные тонкопленочные молекулярные ансамбли с заданными физико-химическими (оптическими, электролюминесцентными, сорбционными и др.) свойствами применимыми в электролюминесцентных и сенсорных устройствах, устройствах электроники и оптоэлектроники, а также изучение комплексобразующих свойств подобных молекулярных систем, в том числе на границе раздела фаз, принципов и закономерностей их направленной сборки и управления физико-химическими характеристиками.

3. ЦЕЛЕВАЯ ГРУППА ПРОЕКТА:

В зависимости от функциональных свойств и типа технологического исполнения результаты проекта могут быть использованы: 1) в аналитических целях в качестве элементов хемосенсорных устройств, устройств электронного языка и т.п.; 2) энергосберегающих технологиях в виде светоизлучающих устройств, например, светодиодов; 3) интегральной технике в качестве элементов молекулярной оптоэлектроники.

4. ОПИСАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- 1) Синтезировать серию новых дифильных органических лигандов на основе бета-дикетонных (ацетилацетон; 1-фенилбутандион-1,3; 1,3-дифенилпропандион-1,3; 4,4,4-трифтор-1-фенилбутандион-1,3; 2-теноилтрифторацетон и т.п.), содержащих гидрофобные заместители с длиной углеродной цепью более 10 атомов углерода в альфа- или гамма-положении бета-дикарбонильного фрагмента;
- 2) Исследовать особенности формирования (рН субфазы, концентрация ионов металлов и др. компонентов в субфазе, количества нанесенного ПАВ и т.д.) и координационные свойства молекулярных пленок Ленгмюра полученных соединений на поверхности водной субфазы в зависимости от структуры лиганда;
- 3) Изучить особенности (структура, морфология, степень переноса и др.) формирования на твердых подложках однослойных и многослойных пленок Ленгмюра-Блоджетт заданного типа ориентации полученных органических лигандов и их комплексных соединений в зависимости от структуры лиганда, а также способа переноса, скорости опускания / подъема подложки, типа подложки (стекло, кварц, металл и т.д.);
- 4) Методом поверхностного плазмонного резонанса изучить закономерности протекания процесса комплексобразования (константы комплексобразования, скорость и степень комплексобразования) ПЛБ полученных органических лигандов с ионами лантаноидов на границе раздела фаз вода-ПЛБ в стационарных и проточных условиях в зависимости от структуры лиганда, типа переноса ПЛБ, внешних условий (рН, температуры, концентрации ионов металлов в растворе и др.);
- 5) Изучить физико-химические свойства (оптические, люминесцентные, электролюминесцентные, электропроводящие, степень связывания ионов металлов и т.д.) ПЛБ на основе полученных лигандов, а также их комплексных соединений с ионами лантаноидов в зависимости от структуры лиганда, типа переноса ПЛБ, количества и ориентации слоев, внешних условий и др. факторов;
- 6) На основании результатов физико-химических свойств исследованных ПЛБ определить перспективные области их применения и предложить варианты устройств (хемосенсорных, люминесцентных, светодиодных и др.) на их основе.
- 8) Определить направления дальнейшего молекулярного дизайна и исследований, направленных на улучшение практически важных физико-химических характеристик ПЛБ на основе в-дикетонных и их комплексных соединений.

5. ОПИСАНИЕ НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ:

Решение поставленной фундаментальной задачи требует комплексного междисциплинарного подхода с привлечением классических методов молекулярного дизайна органической и координационной химии, а также применение неразрушающих физических и физико-химических методов исследования структуры и свойств материалов. Кроме того, специфические особенности строения предлагаемых объектов исследования, а также требования предъявляемые к сорбционным и хемосенсорным системам, предполагает изучение химического взаимодействия на границе раздела фаз (молекулярная пленка / раствор) с привлечением методов *in situ*.

1. Объекты исследования:

Основным требованием, предъявляемым к электролюминесцентным, хемосенсорным и другим молекулярным устройствам на основе одно- и многослойных наноструктурированных молекулярных ансамблей является их строгая планарная упорядоченность. На сегодняшний день одной из технологий, позволяющей целенаправленно формировать на твердых подложках подобные

молекулярные системы, является технология Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ). Методики, основанные на этой технологии, позволяют воспроизводимо получать двумерно и трехмерно упорядоченные моно- и мультислои на основе органических амфифильных веществ и их соединений, в том числе и комплексных.

Учитывая это в качестве объектов исследования в предлагаемом проекте выбраны молекулярные слои Ленгмюра-Блоджетт. Однако применение технологии ЛБ накладывает определенное ограничение на структуру используемой лигандной системы, которая должна формировать на поверхности подложек устойчивый во времени планарно-упорядоченный молекулярный слой, т.е. лиганды должны быть дифильными и содержать гидрофобную и гидрофильную часть. Кроме того, требования, предъявляемые к электролюминесцентным, сорбционным и хемосенсорным системам (высокая комплексообразующая активность, селективность, стабильность комплексных соединений, эффективность люминесценции и т.д.), предполагают, что в качестве гидрофильной части молекулы органического лиганда должна выступать группа, способная прочно связывать и удерживать ионы различных металлов, а также обеспечивать эффективную передачу поглощенной лигандом (антенной) энергии на ион металла для ее трансформации и переизлучения.

Исходя из этого в качестве лигандных систем предлагаются бета-дикетоны с алифатическими заместителями с длиной углеводородного радикала C10-C18 в альфа или гамма положениях. Особенности комплексообразования простейших представителей данного класса лигандных систем с различными ионами металлов достаточно хорошо изучены и их комплексные соединения с ионами d- и f-элементов находят широкое применение в различных областях науки и техники в качестве аналитических, каталитических, оптических, люминесцентных, биоактивных и др. материалов. Однако процессы комплексообразования и физико-химические свойства дифильных бета-дикетонов и их комплексов как в растворе, так и на поверхности раздела фаз до настоящего времени практически не изучались. В литературных источниках обнаружены отрывочные данные о формировании и люминесцентных свойствах пленок ЛБ на основе 3-гексадецилпентан-2,4-иона и его комплексных соединений с ионом Eu^{3+} [1], а также о комплексообразовании некоторых алкилзамещенных производных ацетилацетона с ионами Co^{2+} и Ni^{2+} в растворе и на границе раздела пленка Ленгмюра / водная фаза [2, 3].

Тем не менее высокие координирующие свойства бета-дикетонов с d- и f-элементами, а также практически важные физические (оптические, люминесцентные, магнитные и др.) свойства бета-дикетонатов позволяют предположить, что планарные молекулярные системы на их основе найдут широкое применение в оптических, магнитных, хемосенсорных и др. системах.

Так как комплексообразующие свойства бета-дикетонов, а также физико-химические свойства их комплексных соединений чувствительны к молекулярной структуре лиганда, с фундаментальной точки зрения интересным является изучение влияния типа и положения заместителей относительно бета-дикетонатного фрагмента молекулы на комплексообразующую способность лиганда и физико-химические свойства комплексных соединений, а также влияние на структуру, особенности формирования, стабильность и конечные свойства пленок Ленгмюра и ЛБ.

Поэтому в рамках проекта планируется синтезировать ряд новых бета-дикетонов, содержащих в альфа-положении алифатический заместитель с длиной углеводородного радикала C10-C18, в гамма-положении – ароматический, гетероциклический или трифторметильный заместитель. Также планируется синтезировать ряд бета-дикетонов, содержащих в гамма-положении алифатический заместитель с длиной углеводородного радикала C10-C18 и ароматический, гетероциклический или трифторметильный заместитель.

Положение гидрофобного заместителя в молекуле бета-дикетона может также являться определяющим фактором для конкретного использования сформированных наноструктурированных молекулярных систем. Так если заместитель находится в альфа-положении, то будет обеспечиваться открытая архитектура координационных групп на поверхности ПЛБ, что является необходимым для хемосенсорных систем. В свою очередь гамма-положение гидрофобного заместителя обеспечивает закрытую архитектуру координационных групп на поверхности ПЛБ и позволяет получать оптические, люминесцентные, электропроводящие молекулярные системы стабильные во времени независимо от условий окружающей среды.

Синтез органических лигандных систем, в зависимости от расположения гидрофобного заместителя, будет проводиться:

- 1) в альфа-положение: алкилированием соответствующего бета-дикетона галагензамещенными алканами (нуклеофильным замещением атома водорода в альфа-положении) [2];
- 2) в гамма-положение: ацилированием соответствующего ацетона этилацетатом в присутствии металлического натрия, как щелочного конденсирующего агента [3].

2. Методы исследования:

В рамках выполнения проекта, кроме получения новых органических и комплексных соединений, наноструктурированных одно- и многослойных молекулярных структур, предусматривается проведение их идентификации, определения структуры и изучение физико-химических свойств. В соответствии с этим для выполнения исследований необходимо привлечение целого ряда классических физических и физико-химических методов исследования.

Для идентификации и изучения физико-химических свойств полученных органических соединений, а также оптических и люминесцентных свойств ПЛБ на их основе, включая комплексные соединения, предлагается использовать стандартный набор физико-химических методов: ЯМР ^1H , ^{13}C , ИК-, УФ и масс-спектроскопии, флуоресцентного анализа, потенциометрического титрования и т.д. С фундаментальной и прикладной точек зрения чрезвычайно важными при создании качественных наноструктурированных тонкопленочных систем и устройств на их основе являются неразрушающий контроль их структуры, качества и стабильности. Для этого необходимо использовать разнообразные методики зондовых (атомно-силовой и туннельной) методов микроскопии.

Так как координация ионов металлов с дифильными молекулярными ансамблями планируется изучать на границе раздела фаз (водная среда – Ленгмюровский слой или водная среда – ПЛБ), классические подходы координационной химии по изучению

процессов комплексообразования к таким системам не могут быть применены вследствие их недостаточной чувствительности. Поэтому с фундаментальной и практической точки зрения изучение комплексообразования подобных систем целесообразно проводить методами *in situ* на границе раздела фаз (молекулярная пленка / раствор).

Исследование процессов комплексообразования Ленгмюровского слоя с ионами d- и f-элементов предлагается путем анализа изотерм сжатия (площадь на молекулу и давление коллапса) в зависимости от концентрации соответствующих ионов металла в субфазе и pH среды. Так как бета-дикетоны в зависимости от pH среды существуют в различных таутомерных формах, их комплексообразование с ионами металлов чувствительно к pH среды. Изменение pH среды приводит к смещению таутомерного равновесия в молекулярном слое и как следствие этого происходит изменение геометрии молекул. Как показали наши исследования [3], при комплексообразовании бета-дикетонов изменение геометрических параметров приводит к резкому увеличению площади молекул в области pH комплексообразования. Данные изменения хорошо прослеживаются на зависимостях значений площади на молекулу (максимального значения поверхностного натяжения молекулярного слоя) от pH среды и позволяют судить о процессе комплексообразования бета-дикетонов, а также о структурных характеристиках молекулярного слоя.

Для исследования процессов комплексообразования ПЛБ с ионами d- и f-элементов будет использоваться спектроскопия поверхностного плазмонного резонанса (ППР). Данный метод является достаточно новым, однако он все чаще применяется для изучения поведения супрамолекулярных систем и исследования их характеристик, так как позволяет *in situ* оценивать оптические константы и геометрию тонких пленок в реальном режиме времени при исследовании различных процессов. Он основан на изменении резонансного угла плазмонного резонанса в золотой пленке из-за протекания вблизи ее поверхности каких-либо процессов, в том числе и процессов комплексообразования. Применение данной методики как в стационарных условиях, так и в проточных позволит определить пригодность ПЛБ на основе бета-дикетонов в качестве рабочих элементов хемосенсоров, а также параметры и условия их максимальной чувствительности по отношению к ионам d- и f-элементов. Кроме того ППР можно использовать как основу для сенсора, обладающего способностью качественного и количественного определения широкого спектра химических и биологических объектов. Он обладает рядом важных практических преимуществ в сравнении с существующими аналитическими методами. Единый сенсорный формат (т.е., размер, протокол хранения и использования, показания и т.д.) может использоваться для самых разных химических анализов, включая иммунологические [4], связывания нуклеиновых кислот [5], энзиматические [6], химические [7] и сорбцию газов [8]. Некоторые потенциальные области применения включают медицинскую диагностику, мониторинг окружающей среды, мониторинг сельскохозяйственных пестицидов и антибиотиков, анализ пищевых добавок, контроль за биологическими и химическими агентами военного и промышленного происхождения, а также мониторинг процессов химического и биологического производства в реальном времени [9-11]. Возможность спектроскопии поверхностного плазмонного резонанса *in situ* оценивать оптические константы, геометрию тонких пленок и некоторые другие физические характеристики иммобилизованных на поверхности веществ предполагает использование этого метода в качестве средства контроля за механическими и информационными функциями молекулярных машин [12]. При комбинации ППР с электрохимическими измерениями появляются возможности для изучения биоэлектрокаталитических свойств энзиматических электродов и создания новых оптических биосенсоров на их основе [6]. Также одним из перспективных, но еще не освоенных направлений, является использование спектроскопии ППР для создания оптических сенсоров на основе молекулярно импринтированных полимеров [13, 14].

[1] Luciano F., Kleber T., Claudio R., Paulo C., Marcos J., Ana P., Maria E.D., Osvaldo A. // *Journal of Luminescence*. 2008. Vol. 12. P. 1339-1347.

[2] Sokolov M.E., Arkhipova I.N., Kolokolov F.A., Volynkin V.A., Panyushkin V.T. // *Russian Journal of General Chemistry*. 2010. Vol.80. №10. P. 1895-1900.

[3] Repina I.N., Sokolov M.E., Panyushkin V.T. // *The Journal of Physical Chemistry C*. 2012. Vol. 116(9). P. 5554-5557.

[4] Cooper M.A., Williams D.H., Cho Y.R. // *Chem. Commun.* 1997. P. 1625-1626.

[5] Brockman J.M., Frutos A.G., Corn R.M. // *J. Am. Chem. Soc.* 1999. V. 121. P. 8044-8051.

[6] Koide S., Iwasaki Y., Horiuchi T., Niwa O., Tamiya E., Yokoyama K. // *Chem. Commun.* 2000. P. 741-742

[7] Georgiadis R., Peterlinz K.A., Rahn J.R., Peterson A.W., Grassi J.H. // *Langmuir*. 2000. V. 16. P. 6759-6762.

[8] O'Donnell J., Honeybourne C.L. // *J. Phys.: Condens. Matter*. 1991. V. 3. P. S337-S346.

[9] Liedberg B., Nylander C., Lundström I. // *Biosens. Bioelectron.* 1995. V. 10. P. 1-9.

[10] Rich R.L., Myszka D.G. // *Anal. Biotech.* 2000. V. 11. P. 54-61.

[11] Kang X., Cheng G., Dong S. // *Electrochem. Commun.* 2001. V. 3. P. 489-493.

[12] Homola J., Yee S.S., Gauglitz G. // *Sens. Actuators B*. 1999. V. 54. P. 3-15.

[13] Kugimiya A., Takeuchi T. // *Biosens. Bioelectron.* 2001. V. 16. P. 1059-1062.

[14] Nishimura S., Yoshidome T., Higo M. // *Anal. Sci.* 2001.

6. РЕЗУЛЬТАТЫ:

- 1) Будут получены новые полифункциональные дифильные бета-дикетоны, содержащие гидрофобные заместители с длиной углеродной цепью более 10 атомов углерода в альфа- или гамма-положении бета-дикарбонильного фрагмента, установлено их строение с помощью ЯМР ^1H , ^{13}C , ИК-, УФ-, масс-спектропии.
- 2) Будут изучены таутомерные и кислотно-основные равновесия для синтезированных лигандов в растворе и на границе раздела фаз (вода – пленка Ленгмюра-Блоджетт).
- 3) Будет изучена комплексообразующая способность полученных дифильных бета-дикетонов с ионами лантаноидов в растворе и на границе раздела фаз (вода – ПЛБ) при различных условиях (рН, тип растворителя, концентрация реагентов) и определены константы устойчивости комплексных соединений.
- 4) Будут изучены люминесцентные свойства (длина волны возбуждения и люминесценции, кинетика люминесценции, квантовые выходы) комплексов синтезированных бета-дикетонов с ионами лантаноидов в растворе, твердом виде и ПЛБ.
- 5) Установлена взаимосвязь структуры лиганда и его комплексообразующей способностью, а также люминесцентными характеристиками комплексов, что позволит определить объекты для дальнейших исследований и условия формирования наноструктурированных молекулярных ансамблей на основе пленок Ленгмюра-Блоджетт.

7. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРЕДПОЛАГАЕМОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЕКТА:

-

8. УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОЕКТА:

-

Руководитель проекта

 /М.Е. Соколов

ФОРМА 4. ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА № 16.5903.2017/БЧ

Год	Содержание выполняемых работ	Ожидаемые результаты	Перечень документов, разрабатываемых на этапе
2017	Синтез новых дифильных органических лигандов на основе бета-дикетонов (ацетилацетон; 1-фенилбутандион-1,3; 1,3-дифенилпропандион-1,3; 4,4,4-трифтор-1-фенилбутандион-1,3; 2-теноилтрифторацетон и т.п.), содержащих гидрофобные заместители с длиной углеродной цепью более 10 атомов углерода в альфа- или гамма-положении бета-дикарбонильного фрагмента и изучение их физических и химических свойств.	Получена: 1) Серия дифильных органических соединений на основе бета-дикетонов, способных формировать на поверхности водной фазы устойчивый молекулярный слой Ленгмюра. 2) Данные о спектральных и химических, в том числе комплексообразующих, свойствах данных соединений. 3) Данные об особенностях формирования пленок Ленгмюра и Ленгмюра-Блоджетт полученных соединений.	Промежуточный отчет
2018	Исследование особенностей формирования (рН субфазы, концентрация ионов металлов и др. компонентов в субфазе, количества нанесенного ПАВ и т.д.) и координационные свойства молекулярных пленок Ленгмюра и Ленгмюра-Блоджетт на основе полученных соединений и изучение их физических и химических свойств.	Получены: 1) Комплексные соединения ионов лантаноидов с исследуемым рядом соединений. 2) Однослойные и многослойные образцы пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе исследуемых соединений и их комплексных соединений с ионами лантаноидов. 3) Данные о структуре и спектральных свойствах, полученных образцов пленок Ленгмюра-Блоджетт. 4) Данные о комплексообразующих свойствах, полученных однослойных пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе исследуемых соединений.	Промежуточный отчет
2019	Изучение люминесцентных свойств однослойных и многослойных пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе комплексных соединений ионов лантаноидов с дифильными бета-дикетонами и их низкомолекулярными гомологами	: 1) Получены образцы эффективно люминесцирующих пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе комплексных соединений ионов лантаноидов с дифильными бета-дикетонами и их низкомолекулярными гомологами. 2) На основании результатов физико-химических свойств исследованных ПЛБ определены перспективные области применения пленок Ленгмюра-Блоджетт и предложены варианты устройств (хемосенсорных, люминесцентных, светодиодных и др.) на их основе. 3) Определены направления дальнейшего молекулярного дизайна и исследований, направленных на улучшение практически важных физико-химических характеристик ПЛБ на основе бета-дикетонов и их комплексных соединений.	Итоговый отчет

Руководитель проекта



М.Е. Соколов

ФОРМА 5. ПОКАЗАТЕЛИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ № 16.5903.2017/БЧ

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя (по годам)		
			2017	2018	2019
1	Количество статей в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science	Единица	1	2	2
2	Количество статей в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus	Единица	2	3	3
3	Количество диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, защищенных исполнителями проекта	Единица	1	0	0

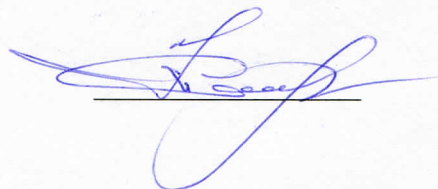
Руководитель проекта


/М.Е. Соколов

ФОРМА 6. СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПРОЕКТА № 16.5903.2017/БЧ

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Возраст, лет	Ученая степень, звание	Категория	Должность	Доля рабочего времени на выполнение проекта
1	Соколов Михаил Евгеньевич	37	кандидат химических наук, без звания	профессорско-преподавательский состав	доцент	25
2	Девтерова Юлия Михайловна	22	без степени не выбрана, без звания	студент	студент-магистрант	50
3	Шарапов Кирилл Сергеевич	25	без степени химических наук, без звания	инженерно-технический персонал	инженер	50
4	Репина Ирина Николаевна	33	без степени не выбрана, без звания	профессорско-преподавательский состав	преподаватель	25
5	Горячко Александр Иванович	23	без степени не выбрана, без звания	студент	студент-магистрант	50
6	Шурыгина Людмила Васильевна	69	кандидат сельскохозяйственных наук, без звания	научный сотрудник	старший научный сотрудник	50

Руководитель проекта



М.Е. Соколов

ФОРМА 7. ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

(регистрационный номер заявки 16.5903.2017/БЧ)

Тип структурного подразделения (лаборатория, научно-образовательный центр и др.):

Научно-образовательный центр

Наименование структурного подразделения:

НОЦ "Диагностика структуры и свойств наноматериалов" ЦКП

Год создания структурного подразделения:

2008

Общая численность штатных работников структурного подразделения:

3

Сведения о поддержке структурного подразделения (за последние 5 лет)

№ п/п	Источник и форма поддержки структурного подразделения вуза	Период поддержки структурного подразделения вуза	Объем финансового обеспечения поддержки за период, млн. руб.
Не заполнено			

Руководитель проекта

/М.Е. Соколов