

**ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРОЕКТОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ УЧАСТНИКАМ ПРОГРАММЫ  
«СИНТЕЗ И АНАЛИЗ – ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ»**

**Неорганическая траектория**

1. **Руководитель проектов – Севастьянова Татьяна Николаевна**, кандидат химических наук, доцент (координаты для связи - [sevestianova.t2013@yandex.ru](mailto:sevestianova.t2013@yandex.ru))

**а) ЦВЕТНЫЕ СТЕКЛА. СИНТЕЗ СТЕКОЛ.**

Обсуждаемые вопросы:

Роль стекла в технике и в быту. Классификация стекол.

Как люди научились варить стекла? Основные этапы получения стекла.

Физико-химическая природа стекла.

Влияние состава на свойства стекол.

Влияние добавок на окраску стекла.

*Синтетическая часть*; получение образцов стекол разной окраски. проверка качественного состава полученных стекол методом РФА

**Б) МОЗАИКИ М.В.ЛОМОНОСОВА: ИСТОРИЧЕСКИЙ и ХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

В работе предлагается рассмотреть следующие вопросы

- история мозаики,
- Судьба ломоносовских мозаик
- Современные мозаики
- Методы анализа стекла
- Особенности аналитической работы с историческими объектами
- Современные физико-химические неразрушающие методы анализа, их возможности

*Синтетическая часть работы*: приготовление стандартов стекол.

- Выбор состава стекол
- Синтез нескольких образцов стекол
- Определение состава полученных образцов методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии.

**В) КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ВОКУГ НАС. СИНТЕЗ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.**

В работе предлагается ознакомиться с вопросами природы и свойств координационных соединений (КС):

Что такое координационные соединения. Отличаются ли они от комплексных? Какие элементы образуют координационные соединения? Какова роль катиона металла в КС? В чем причины окраски КС? Как используются КС в химии, в медицине, в технике, в быту?

*Синтетическая часть работы*: Синтез комплексных соединений кобальта идентификация их с использованием метода ИК-спектроскопии

**Г) МЕТАЛЛЫ и СПЛАВЫ: Исторический и химический аспект.**

В работе предлагается ознакомиться со свойствами металлов и сплавов, историей использования их в человеческой культуре, технике, быту.

Способы получения металлов. Что такое сплавы. Физико-химические представления о сплавах.

*Синтетическая часть работы:* Получение плавящейся ложки. Идентификация полученного образца методом рентгенофазового анализа.

## Д) ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ и ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ

Как вы можете объяснить такие термины, как «твердые растворы» и «жидкие кристаллы», которые на первый взгляд не соответствуют традиционным представлениям о растворах и кристаллах. Какими свойствами обладают твердые растворы и жидкие кристаллы?

Под термином раствор обычно подразумевают жидкость, в которой равномерно распределено растворенное вещество. Такая система характеризуется определенным набором свойств. Истинные растворы имеют одинаковый состав в каждой точке объема. Твердый раствор — система переменного состава, где атомы различных примесных элементов распределены в общей кристаллической решетке основного кристаллического вещества. Твердые растворы способны образовывать все кристаллические вещества. Атомы примеси могут располагаться в основной кристаллической решетке по-разному: упорядоченно и хаотически. Принято считать, что твердые растворы образуются лучше в том случае, если различие радиусов атомов основного и примесного вещества не превышает 15%.

Жидкие кристаллы образуют вещества, имеющие молекулы удлинённой формы. По степени упорядоченности жидкие кристаллы занимают промежуточное положение между жидкостями и твердыми кристаллами. Жидкие кристаллы характеризуются свойствами жидкости — текучестью и твердого кристалла — анизотропией, т.е. зависимостью физических свойств от направления. Другими словами, структура жидкого кристалла легко изменяется при некоторых внешних воздействиях (магнитное или электрическое поле) с изменением свойств. Таким образом, кажущаяся парадоксальность этих терминов на самом деле оборачивается точным обозначением сути явления.

**2. Руководитель проектов – Мерещенко Андрей Сергеевич**, доктор химических наук, доцент кафедры лазерной химии и лазерного материаловедения СПбГУ (координаты для связи - [a.mereshchenko@spbu.ru](mailto:a.mereshchenko@spbu.ru))

## СИНТЕЗ НОВЫХ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Фотолюминесценцией называется явление свечения в результате поглощения света. В современном мире материалы, проявляющие фотолюминесценцию (люминофоры) широко используются в науке, технике и медицине. Например, нанокристаллические люминофоры активно используются в медицине и биотехнологиях как люминесцентные метки для изучения структуры клеток и диагностики заболеваний. Многие соединения редкоземельных металлов обладают выраженными люминесцентными свойствами. Данный проект посвящен синтезу и изучению свойств двух типов нанокристаллических соединений редкоземельных элементов:

- 1) Неорганические наночастицы  $\text{NaYF}_4$  с добавкой ионов лантаноидов ( $\text{Tb}^{3+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Yb}^{3+} + \text{Er}^{3+}$ ,  $\text{Yb}^{3+} + \text{Tm}^{3+}$ ,  $\text{Yb}^{3+} + \text{Ho}^{3+}$ ), обуславливающих люминесцентные свойства. Синтез будет проводиться в автоклавах при повышенной температуре и давлении. В дальнейших исследованиях полученные наночастицы могут быть покрыты защитной оболочкой и модифицированы биологическими молекулами с целью биоимиджинга опухолей.
- 2) Металл-органические наночастицы на основе терефталатов (соли 1,4-бензолдикарбоновой кислоты) европия и тербия. Синтез будет проводиться в присутствии поверхностно-активных веществ с применением ультразвука. В

дальнейших исследованиях, полученные наночастицы могут быть использованы для разработки экспресс-тестов на тяжелые металлы.

**3. Руководитель проектов – Скрипкин Михаил Юрьевич**, кандидат химических наук, доцент кафедры общей и неорганической химии СПбГУ (координаты для связи – [skripkin1965@yandex.ru](mailto:skripkin1965@yandex.ru))

#### **а) ВЛИЯНИЕ РАСТВОРИТЕЛЯ НА СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР**

Синтез и изучение свойств металлорганических каркасных структур является одной из наиболее быстро развивающихся областей современной координационной химии. Этот класс координационных полимеров находит все большее практическое применение благодаря своим каталитическим, люминесцентным, газопоглотительным свойствам. Большое внимание уделяется не только синтезу новых металлорганических каркасных структур, но и оптимизации уже существующих методов синтеза, таких как метод медленного испарения, сольвотермальный, микроволновый, механохимический и так далее. Одним из возможных путей достижения оптимальных характеристик этих материалов (степени кристалличности, пористости, газопоглотительной способности) является подбор соответствующего растворителя. Целью настоящего проекта и станет выявление эффекта состава смешанного водно-органического растворителя на состав и структуру некоторых металлорганических каркасных структур (metal-organic frameworks, MOFs).

#### **б) ИЗМЕНЧИВЫЕ КРИСТАЛЛЫ**

Твердые вещества, претерпевающие при температурах близких к комнатной, один или несколько фазовых переходов, представляют несомненный интерес для современного химического материаловедения. Изменение структуры кристаллов может приводить к появлению целого ряда важных для практического применения свойств: ферроэлектрических, сегнетоэлектрических, эффектов магнитной памяти и так далее. Известно, что такой способностью претерпевать целый ряд фазовых переходов обладают некоторые комплексные галогениды переходных металлов, содержащие в качестве противоиона катионы алкиламмония,  $\text{NR}_x\text{H}_{4-x}^+$ . В ходе данного проекта предполагается проведение синтеза галогенометаллатов алкиламмония, определение их состава, структуры и изучение их термического поведения (выяснение наличия фазовых переходов в диапазоне температур от  $-30^\circ\text{C}$  до  $200^\circ\text{C}$ ).

**4. Руководитель проекта – Хрипун Василий Дмитриевич**, кандидат химических наук, доцент кафедры общей и неорганической химии СПбГУ (координаты для связи - [vassilyx@mail.ru](mailto:vassilyx@mail.ru))

#### **ПОЛУЧЕНИЕ ДВОЙНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЛЕЙ ЛАНТАНОИДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ГЕКСАЦИАНОФЕРАТНЫЙ АНИОН: СИНТЕЗ, ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ И ТЕРМОЛИЗ.**

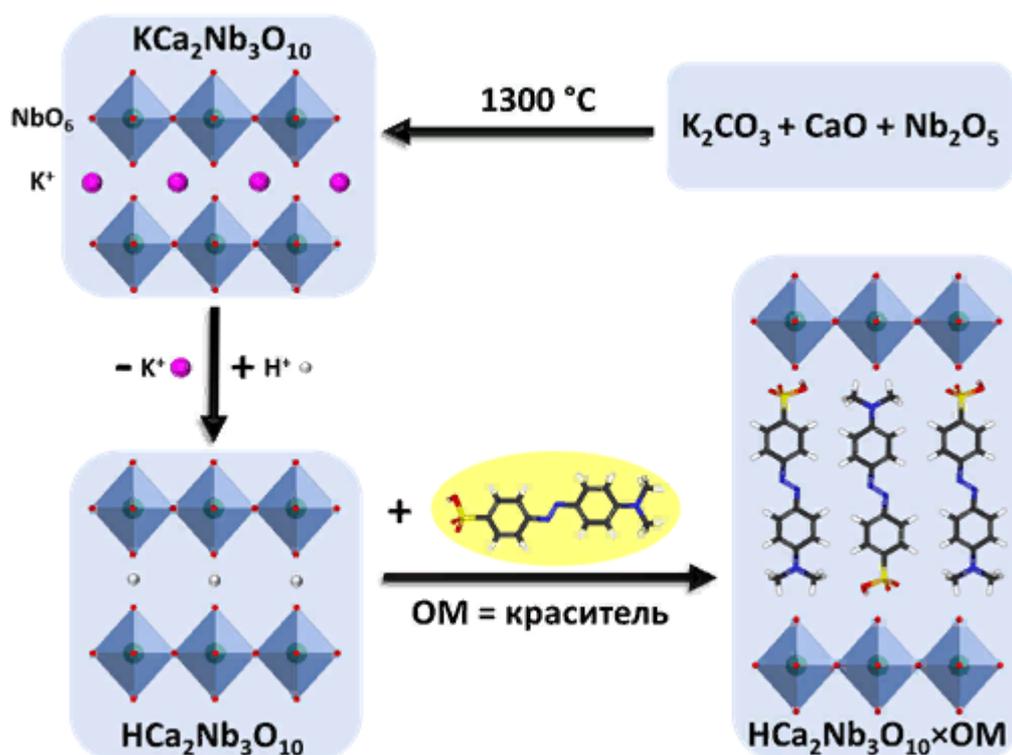
**5. Руководитель проекта – Силуков Олег Владимирович**, кандидат химических наук, доцент кафедры химической термодинамики и кинетики СПбГУ (координаты для связи - [olegsilyukov@yandex.ru](mailto:olegsilyukov@yandex.ru) vk.com/osilyukov)

## ПОЛУЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ НЕОРГАНО-ОРГАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ СЛОИСТОГО ПЕРОВСКИТОПОДОБНОГО НИОБАТА $\text{HCa}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ С ОРГАНИЧЕСКИМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Слоистые перовскитоподобные оксиды это сложные (т.е. содержащие одновременно несколько катионов металла) кристаллические соединения, построенные по принципу «бутерброда», где слои со структурой минерала перовскита чередуются с другими слоями. Интересной особенностью таких соединений является возможность внедрить между слоями достаточно большие молекулы или даже полностью разрушить связь слоев друг с другом.

В предлагаемом проекте школьник выступит в роли химика-синтетика работающего в области химии твердого тела. Предлагается синтезировать сложный оксид  $\text{KCa}_2\text{Nb}_3\text{O}_{10}$ , заместить катионы калия на протоны и попробовать внедрить в пространство между слоями получившегося соединения молекулы различных органических красителей чтобы поменять спектр поглощения (цвет) соединения, тем самым получив соединения потенциально пригодные в качестве фотовольтаиков и фотокатализаторов.

Школьникам предстоит познакомиться с методами высокотемпературного твердофазного синтеза, ионного обмена, явлением интеркаляции, методами анализа РФА, ИК и гравиметрии.



6. Руководитель проекта – Богачев Никита Александрович, кандидат химических наук, старший преподаватель Института химии СПбГУ (координаты для связи - [allanfrack@yandex.ru](mailto:allanfrack@yandex.ru))

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИЙ РЕШЕТОК КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЛЬВАТОВ СОЛЕЙ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

(см. презентацию)

## Органическая траектория.

**1. Руководитель проекта – Михайлов Владимир Николаевич**, кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии СПбГУ (координаты для связи - [vladimir060706@yandex.ru](mailto:vladimir060706@yandex.ru))

### **ПЕРЕНОС КАРБЕНОВОГО ЛИГАНДА С МЕТАЛЛОВ 13 ГРУППЫ КАК УДОБНЫЙ ИНСТРУМЕНТ СИНТЕЗА КАРБЕНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ПАЛЛАДИЯ(II)**

На основе N-гетероциклических карбеновых комплексов палладия создаются наиболее популярные и высокоэффективные гомогенные каталитические системы, работающие в условиях реакций кросс-сочетания (реакции Соногаширы-Хагихары, Сузуки-Мияуры, Мизороки-Хека, Нигиши, Бухвальда-Хартвига и др). В рамках данного проекта будет осуществлен синтез аналога коммерчески доступных PEPPSI-Pd катализаторов через реакцию переметаллирования. Работа включает синтез имина, имидазолиевой соли и N-гетероциклического карбенового комплекса меди(I) или серебра(I) с последующей реакцией переноса лиганда на палладия(II). Полученное соединение будет охарактеризовано с помощью спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ .

**2. Руководитель проекта – Фетин Петр Александрович**, кандидат химических наук, доцент кафедры химии высокомолекулярных соединений СПбГУ (координаты для связи - [p.fetin@spbu.ru](mailto:p.fetin@spbu.ru))

### **ПОЛИМЕРНЫЕ ВЕЩЕСТВА В МИЦЕЛЛЯРНОМ КАТАЛИЗЕ**

(см. презентацию)

**3. Руководитель проекта – Ефремова Мария Михайловна**, кандидат химических наук, старший преподаватель Института химии СПбГУ (координаты для связи - [m.efremova@2012.spbu.ru](mailto:m.efremova@2012.spbu.ru))

### **РЕАКЦИИ 1,3-ДИПОЛЯРНОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ**

(см. презентацию)

**4. Руководитель проекта – Ростовский Николай Витальевич**, кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии СПбГУ (координаты для связи - [rostovskiinikola@yandex.ru](mailto:rostovskiinikola@yandex.ru))

### **СИНТЕЗ И СВОЙСТВА АЗИРИНОВ**