**Предлагаемые темы курсовых/дипломных работ
в группе электрохимического наноструктурирования (http://eng.fnm.msu.ru)**

1. **Кинетика формирования анодного оксида алюминия на структурированных подложках**

*Руководитель – к.х.н. Росляков Илья Владимирович*

Анодирование алюминия в разбавленных растворах кислот средней силы при напряжениях ~200 В позволяет получать пористые оксидные плёнки с периодом структуры ~500 нм. Данные условия характеризуются медленной кинетикой зарождения системы пор, которая может быть значительно ускорена путем анодирования алюминия с развитой поверхностью. Целью работы является формирование пористых плёнок анодного оксида алюминия путем анодирования металла со структурированной поверхностью, рельеф которой задается условиями предварительной электрохимической обработки. Исследование кинетики анодирования алюминия с различным рельефом поверхности позволит найти пути увеличения скорости формирования анодного оксида алюминия.

1. **Получение механически стабильных макропористых плёнок α-Al2O3 и их использование в качестве подложек при высоких температурах**

*Руководители – к.х.н. Напольский Кирилл Сергеевич, Гордеева Елена Олеговна*

Наибольшей термической стабильностью среди мембран анодного оксида алюминия обладают макропористые плёнки с диаметром каналов более 100 нм. Их пористая структура может оставаться стабильной при температурах выше 1500 °С. Данное свойство делает их чрезвычайно перспективными для новых высокотемпературных применений, в которых пористая плёнка выступает в качестве подложки для функциональных слоёв устройства. Примером таких устройств могут служить тонкоплёночные топливные элементы с повышенной мощностью. Целью работы будет являться поиск условий получения механически стабильных макропористых плёнок α-Al2O3, изучение их состава, структуры и термической стабильности.

1. **Композитные материалы на основе пористых пленок α-Al2O3**

*Руководитель – к.х.н. Росляков Илья Владимирович*

В ходе работы будет проведена кристаллизация плёнок анодного оксида алюминия, получаемых анодированием металла в кислых электролитах, в фазу корунда с сохранением исходной мезопористой структуры с диаметром пор менее 100 нм. В результате будет получен пористый материал с уникальной структурой и высокой химической и термической стабильностью, который станет основой для создания нанокомпозитных материалов с заданными физико-химическими свойствами. В частности, пористый α-Al2O3 будет использован в качестве темплата при формировании металлических нанонитей с помощью электроосаждения из агрессивных электролитов.

1. **Создание микронагревателей на основе тонких плёнок платины, модифицированной термостойкими оксидами (уже приняли студента)**

*Руководители – к.х.н. Росляков Илья Владимирович, Калинин Иван Александрович*

Целью работы является создание тонкопленочного материала на основе металлической платины, модифицированной интерметаллическими и/или оксидными фазами с высокой термической устойчивостью. В ходе работы тонкие пленки Pt и Pt/Zr (Hf, Ta) будут получены методом магнетронного напыления с послойным нанесением компонентов и последующим отжигом, который приведет к рекристаллизации тонкопленочного материала с образованием крупных зерен платины, окруженных включениями термостойкой фазы по их границам. На заключительном этапе с помощью взрывной фотолитографии будут сформированы миниатюрные резистивные нагревательные элементы в виде двумерной спирали, которые могут служить универсальной платформой для последующего создания полупроводниковых и термокаталитических газовых сенсоров с низким энергопотреблением и продолжительным сроком службы.

1. **Темплатное электроосаждение устойчивых к окислению сверхпроводящих нанонитей для современной микроэлектроники**

*Руководители – к.х.н. Напольский Кирилл Сергеевич, Сотничук Степан Владимирович*

Создание логических элементов на основе сверхпроводящих структур – бурно развивающееся направление микроэлектроники, способное решить проблему тепловыделения и увеличить быстродействие. В основе сверхпроводящей логики лежат свойства слабых связей (джозефсоновских контактов). Целью работы является получение устойчивых к окислению сверхпроводящих нанонитей, пригодных для использования в качестве слабой связи в гибридных джозефсоновских переходах.

1. **Темплатное электроосаждение упорядоченных массивов плазмонных наноструктур для формирования гиперболических метаматериалов**

*Руководители – к.х.н. Напольский Кирилл Сергеевич, Леонтьев Алексей Павлович*

Гиперболические метаматериалы на основе массивов металлических наностержней обладают уникальными оптическими свойствами, обеспечивающими, например, отрицательное преломление света. Перспективным методом получения гиперболических метаматериалов является темплатное электроосаждение с применением в качестве темплата пористых плёнок анодного оксида алюминия с высокоупорядоченной структурой. В работе планируется получение метаматериалов с градиентной длиной наностержней с целью точной настройки положения оптических резонансов.

1. **Получение фотонных кристаллов из анодного оксида алюминия**

*Руководитель – к.х.н. Напольский Кирилл Сергеевич*

Одномерные фотонные кристаллы из анодного оксида алюминия находят широкое применение – от узкополосных оптических фильтров и сенсоров до декоративных покрытий. Целью работы является поиск новых условий формирования фотонных кристаллов из анодного оксида алюминия с улучшенными характеристиками.

1. **Эффективные фотокатализаторы на основе оптических микрорезонаторов из пористого анатаза**

Скорость света внутри оптического микрорезонатора значительно замедляется в результате интерференции на его периодической структуре. Это приводит к интенсификации взаимодействия света с веществом и ускорению фотокатализа, происходящего на поверхности анатаза. Для синтеза материала будет использована передовая методика анодирования титана с последующим отжигом.

1. **Синтез оптических микрорезонаторов на основе анодного оксида титана для сенсорных применений**

*Руководители – к.х.н. Саполетова Нина Александровна, к.х.н. Кушнир Сергей Евгеньевич*

Пористые фотонные кристаллы и оптические микрорезонаторы способны точно определять изменение показателя преломления вещества, заполняющего их поры. Поэтому материалы на их основе применяют в качестве химических сенсоров, позволяющих детектировать катионы тяжёлых металлов и биологически активные вещества in situ в режиме реального времени. Оптические микрорезонаторы на основе анодного оксида титана обладают высокой химической стабильностью и перспективны для создания сенсоров на их основе.

1. **Фотопереключаемые узкополосные оптические фильтры на основе анодного оксида алюминия**

*Руководитель – к.х.н. Кушнир Сергей Евгеньевич*

На сегодняшний день метод анодирования с обратной связью, позволяющий задавать требуемую модуляцию напряжения (*U*) от длины оптического пути (*L*) вдоль нормали к плоскости плёнки, *U*(*L*), является лучшим для формирования фотонно-кристаллических структур среди всех режимов анодирования, поскольку позволяет синтезировать материалы с рекордными коэффициентами добротности и точным контролем положения характеристических пиков: фотонной запрещенной зоны и зоны резонансного пропускания. Для придания дополнительной функциональности фотонно-кристаллическим структурам будут получены композитные структуры, содержащие фотохромные жидкие кристаллы в порах анодного оксида алюминия. На их основе будут разработаны фотопереключаемые узкополосные оптические фильтры.

1. **Мозаичные фотонные кристаллы на основе анодного оксида алюминия**

*Руководитель – к.х.н. Кушнир Сергей Евгеньевич*

Химические сенсоры на основе фотонных кристаллов из анодного оксида алюминия способны детектировать катионы тяжёлых металлов и биологически активные вещества in situ в режиме реального времени. Поскольку концентрация анализируемого вещества определяется из величины сдвига характеристического пика на спектре пропускания/отражения фотонного кристалла, то для повышения чувствительности таких сенсоров необходимо уменьшить полуширину данной спектральной характеристики. Одной из возможных причин, приводящих к уширению характеристического пика, может выступать влияние кристаллографической ориентации зёрен поликристаллической алюминиевой подложки на положение фотонной запрещённой зоны фотонного кристалла. Визуально этот эффект выражается в том, что фотонный кристалл выглядит как мозаика.

1. **Влияние термической обработки на оптические свойства фотонных кристаллов из анодного оксида алюминия**

*Руководитель – к.х.н. Кушнир Сергей Евгеньевич*

Фотонно-кристаллические структуры на основе анодного оксида обладают уникальными оптическими свойствами, позволяющими использовать их в качестве сенсоров химических веществ. Однако, формирующиеся в процессе анодирования алюминия оксидные плёнки являются аморфными и характеризуются недостаточной для их долгой работы химической стабильностью. Химическая стабильность может быть значительно увеличена в результате термической обработки материала.