# IX Всероссийская конференция

# по наноматериалам




## СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**21-24 сентября 2026 г.**

**Москва, ИМЕТ РАН**

УДК 539.2:621.3.049.77(063)
ББК 22.36+22.37+30.37я431
В 85

**IX Всероссийская конференция по наноматериалам.** Москва, 21–24 сентября 2026 г. / Сборник материалов. – М.: ИМЕТ РАН, 2026 - 256 с.
ISBN 978-5-6047661-3-2

В сборнике материалов опубликованы тезисы пленарных, устных и стендовых секционных докладов IX Всероссийской конференции по наноматериалам. Материалы опубликованы в авторской редакции.

УДК 539.2:621.3.049.77(063)
ББК 22.36+22.37+30.37я431
В 85

ISBN 978-5-6047661-3-2




© Оформление. Организационный комитет Всероссийская конференция по наноматериалам, 2026

© ИМЕТ РАН, Москва, 2026

# ВАРЬИРОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СЛОИСТЫХ ДВОЙНЫХ ГИДРОКСИДОВ ВВЕДЕНИЕМ ДОПАНТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

К.И. Рашитова [1*], М.В. Мельников [1], О.В. Павлова [2], М.М. Трусова [2], О.М. Осмоловская [1]

[1] *Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

[2] *Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь*

**k.rashitova@spbu.ru*

В связи с интенсивным развитием наукоёмких отраслей промышленности особенно остро встаёт проблема загрязнения объектов окружающей среды токсичными веществами, поступающими с недостаточно очищенными сточными водами. Одними из наиболее опасных химических загрязнителей являются органические красители, а в частности анионные красители, широко используемые в этих отраслях. При длительном накоплении подобные загрязнители могут оказывать канцерогенное действие на организм человека, а также нарушать процессы фотосинтеза, вызывая гибель гидробионтов.

В реальной практике водоочистки органические загрязнители разлагают путём озонирования или хлорирования, что приводит к образованию множества побочных продуктов деградации, которые могут быть даже более опасны для здоровья человека, чем исходные соединения. Поэтому адсорбционные технологии для очистки водных сред признаны наиболее эффективными благодаря простоте реализации, экономичности и отсутствию опасных побочных продуктов деградации.

На сегодняшний день среди сорбентов выделяются слоистые двойные гидроксиды (СДГ) благодаря высокой анионообменной ёмкости, обусловленной их уникальным строением. Ранее нами было показано, что добавление даже малых количеств ионов переходных металлов (допантов) увеличивает сорбционную ёмкость самого распространённого и дешёвого СДГ на основе Mg и Al, а подобранные условия синтеза обеспечивают наноструктурированное состояние с максимальной удельной поверхностью.

Целью данной работы стало выявление оптимального допанта ($Cu^{2+}$/$Ni^{2+}$/$Co^{2+}$/$Cr^{3+}$/$Fe^{3+}$) обеспечивающего максимальное удаление анионных красителей (индигокармин, конго красный, кислый фуксин, пиразолоновый жёлтый).

Синтез допированных СДГ выполнен методом химического осаждения в щелочной среде с последующей стадией старения осадка. Частицы охарактеризованы методами РФА, ИК-спектроскопии, электронной микроскопии (ПЭМ, СЭМ), РФЭС, оптической спектроскопии, а также по изотермам сорбции-десорбции $N_2$.

Все образцы имеют структуру гидротальката без примесей, представляют собой тонкие пластинки (толщина от 4.2 до 5.9 нм) круглой формы с высокой удельной поверхностью. Внедрение допантов привело к сужению запрещённой зоны и появлению дополнительных энергетических уровней. Наиболее выраженное влияние на сужение запрещённой зоны оказывают $Cu^{2+}$ и $Fe^{3+}$. Методом РФЭС было показано, что трёхзарядные допанты концентрируются на поверхности, а двухзарядные в объёме частиц. Сорбционные свойства образцов были протестированы в процессе удаления из водных сред четырёх анионных красителей в различных условиях. Были изучены изотермы и механизмы адсорбции, а также была проведена оптимизация условий по времени экспозиции и температуре. Показано, что отклик адсорбционной ёмкости на изменение температуры зависит от межплоскостного расстояния СДГ.

*Авторы работы выражают благодарность Ресурсным центрам СПбГУ: «Рентгенодифракционные методы исследования», «Нанотехнологии», «Методы анализа состава вещества», «Оптические и лазерные методы исследования вещества», «Центр диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и наноэлектроники» и «Физические методы исследования поверхности».*

## НАНОЧАСТИЦЫ ДЛЯ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ АГЕНТОВ И НАПРАВЛЕННОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

М.А. Шлыков *, П.В. Смирнова, И.В. Смирнов, В.И. Минайчев, А.Ю. Тетерина, В.С. Комлев

*Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, Москва, Россия*

**ceshakov@gmail.com*

Одной из основных задач современной травматологии является восполнение утраченной костной ткани. Для решения данной проблемы требуются материалы, которые способы направлять и стимулировать остеогенез при травме или патологии. Наиболее распространенным и перспективным классом материалов для ортопедии являются фосфаты кальция (ФК), однако в чистом виде они характеризуются низким остеогенным потенциалом. Существует несколько стратегий придания остеоиндуктивных свойств, например варьирование морфологии (для активации механотрансдукции) и использование функциональных агентов (ФА: рекомбинантные VEGF и BMP-7, проангиогенные плазмиды).

Для достижения данных задач была предложена концепция наноконтейнеров, содержащих ФА, покрытых ФК-оболочкой. За счет наноразмера такой материал способен поглощаться клетками, что позволяет влиять на внутриклеточные сигнальные пути и процессы. Оболочка из ФК является источником ионов кальция и фосфора для