

## О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Рудаковской Полины Григорьевны на тему «Новые бифункциональные органические лиганды для модификации наночастиц золота и магнетита и гибридные материалы на их основе: синтез, свойства, возможности применения», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям 02.00.03 – органическая химия и 05.16.08 – нанотехнологии и наноматериалы.

Одним из важнейших аспектов создания высокоэффективных лекарственных средств является возможность их адресной доставки в пораженные ткани. В этом отношении диссертация П.Г.Рудаковской, посвященная получению ряда новых наноразмерных систем, обладающих такими свойствами, является вполне актуальной.

Основное содержание автореферата составляет рассмотрение использовавшихся в диссертации методов синтеза модификаторов магнетитовых наночастиц наночастиц магнетита, покрытого золотом, с целью получения на их основе систем, обладающих различным биологическим действием, а также исследования их свойств и возможности применения.

При этом, в качестве таких модификаторов были использованы соединения, представляющие собой связанные бифункциональным линкером различного строения группы, определяющие возможность иммобилизации синтезированных соединения на поверхности и группы, отвечающие за биоспецифическое взаимодействие модифицированных наночастиц с биологическими структурами. При конструировании целевых систем диссертант вполне справедливо использовала в качестве групп, взаимодействующих с поверхностью наночастиц, серосодержащие (меркаптановые, тиоэфирные и дитио-), а также этоксисилановые группы. В качестве фрагментов модификаторов, определяющих наличие биологического действия, был использован ряд группировок, обладающих векторными или терапевтическими свойствами и содержащих фрагменты аминокислот и пептидов. Существенно, что строение всех полученных соединений было подтверждено данными элементного анализа и ЯМР-спектрами.

Следует отметить большой объем проведенных автором работы по синтезу этих соединений и использование в работе различных экспериментальных подходов, в частности, твердофазного метода синтеза. Некоторые из полученных соединений были синтезированы впервые. В работе предложен новый метод N-ацилирования биотина. Всего, судя по автореферату, в диссертации было получено более 70 промежуточных и конечных веществ.

Значительное внимание в работе было уделено получению наночастиц магнетита и магнетита, покрытого золотом, причем было показано, что нанесение золотого покрытия не снижает способность магнетита к намагничиванию. Эффективность функционализации полученных наночастиц синтезированными серосодержащими лигандами была доказана методами термогравиметрии, измерением гидродинамического размера и  $\xi$ -потенциала. В ходе работы диссертантом обнаружен интересный факт влияния на скорость

ферментативной реакции с участием химитрипсина, иммобилизованного на полученных модифицированных наночастицах, низкочастотного переменного тока.

Все вышеотмеченное указывает на значительную научную новизну полученных результатов.

Практическая значимость диссертации состоит в том, что в ней показана возможность получения на основе разработанных систем сорбентов для хиральной ВЭЖХ, контрастных агентов для МРТ, а также препаратов для фотодинамической терапии. Перспективность полученных наночастиц магнетита, покрытых золотом, подтверждает их низкая токсичность.

Приведенные данные получены с использованием вполне современных методов исследования и являются достоверными.

Существенно, что по результатам работы опубликовано значительное количество статей (9), тезисов докладов (28), получено 3 патента.

Автореферат написан хорошим языком, очень хорошо оформлен и практически не имеет опечаток. В качестве замечания можно отметить, что вряд ли фрагмент триэтиленгликоля в полученных модификаторах может быть классифицирован как «полиэтиленгликольный фрагмент» (стр.7).

Считаю, что по критериям актуальности, научной новизны и практической значимости представленная к защите диссертация Рудаковской Полины Григорьевны заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 02.00.03 – органическая химия и 05.16.08 – нанотехнология и наноматериалы, паспортам которых она вполне соответствует.

Руководитель Учебно-научного центра «Биоматериалы»  
ФГБОУ ВО Российского химико-технологического университета  
им. Д.И. Менделеева, доктор химических наук, профессор  
Штильман Михаил Исаакович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»  
Адрес: 125047, г. Москва, Миусская площадь, д.9  
Телефон: 8-910-409-04-37  
e-mail: shtilmanm@yandex.ru

Подпись профессора М.И.Штильмана  
удостоверяю  
Ученый секретарь РХТУ им. Д.И.Менделеева  
профессор



*Т.В. Гусева*  
Т.В.Гусева  
01.02.16