



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

Особенности вещественного состава лежалого сырья и перспективные методы извлечения металлов

Брагин Виктор Игоревич
проф., зав. кафедрой Обогащения
полезных ископаемых СФУ

Техногенное преобразование вещественного состава минерального сырья



Acid Mine Drainage
(AMD)



Лежалые хвосты



Выщелачивание



Распространено широко,
хорошо изучено,
используется на практике

Имеются особенности, которые
выявляются с развитием методов
исследования



Бактериальное окисление



GeoTube



Отвалы породы и некондиционной горной массы



Наноминералогия и наногеохимия

Актуальный вопрос –
разработка методов
количественной селективной
изоляции наночастиц
различного состава, дающих
точную информацию о
количестве наночастиц в сырье

Расширение МСБ
за счет
нетрадиционных
источников

Низкотемпературные,
гипергенные и
осадочные
месторождения

Первичные
руды

Извлечение
частиц и
управление их
состоянием

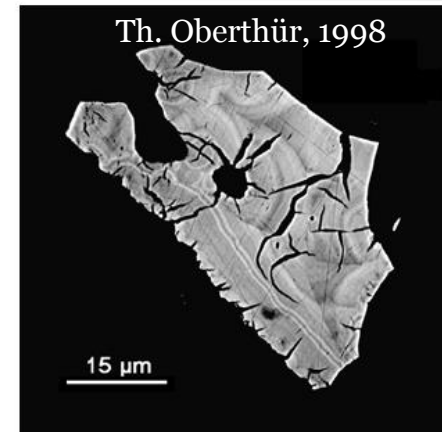
Почвы

Решение
экологических
вопросов

Повышение
извлечения при
переработке руд

Техногенные
месторождения

Новые методы поисков и разведки
месторождений

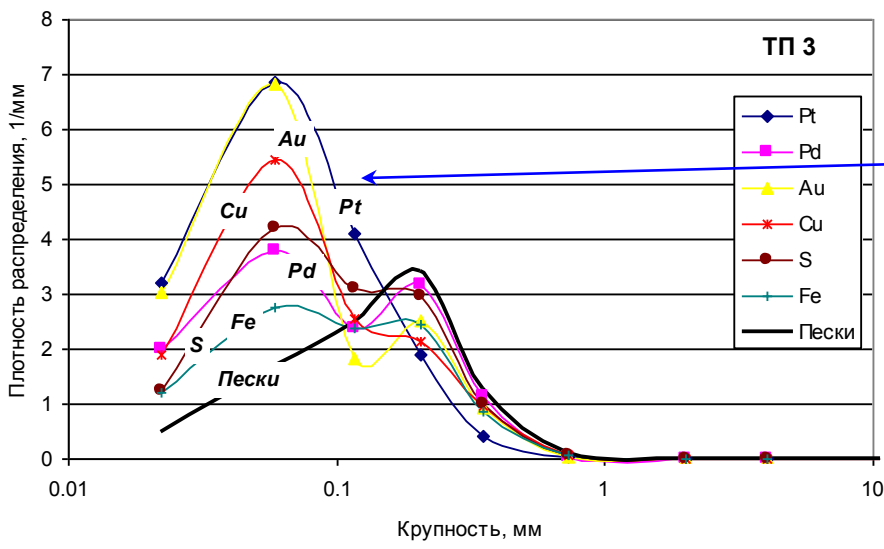


В дальнейшем на их основе
могут быть освоены
промышленные методы
извлечения

Распределение металлов по классам крупности хвостов

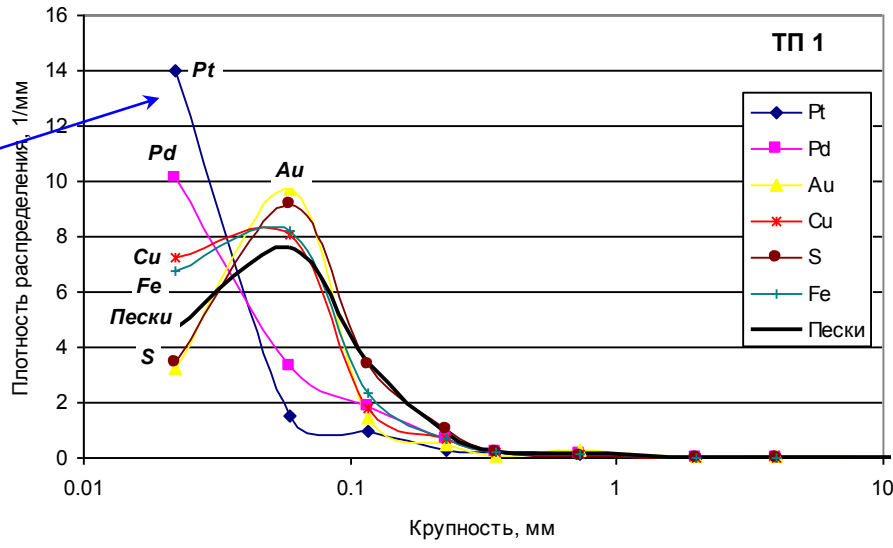
Слабовыветрылые хвосты

Генетическая связь благородных металлов с сульфидами

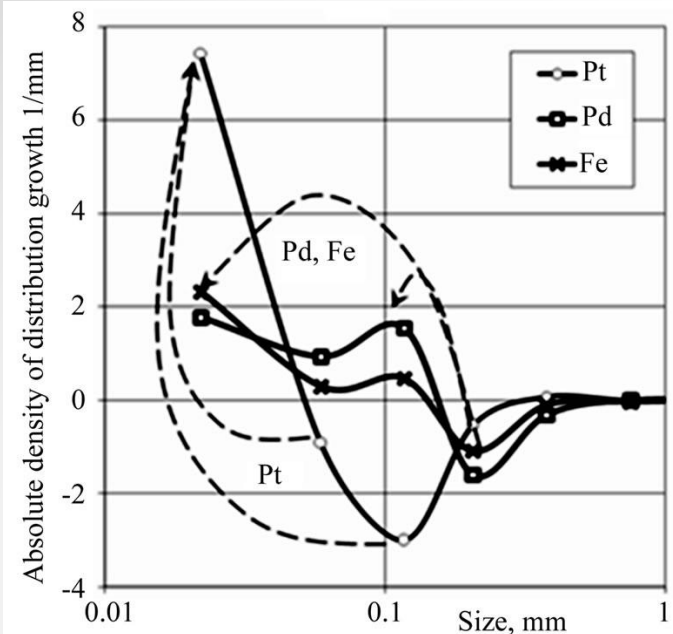


Сильновыветрылые хвосты

При выветривании связь Pt и Pd с цветными металлами и серой нарушается

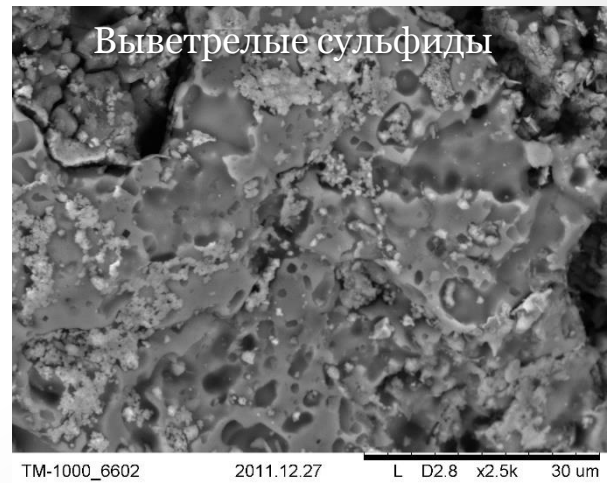
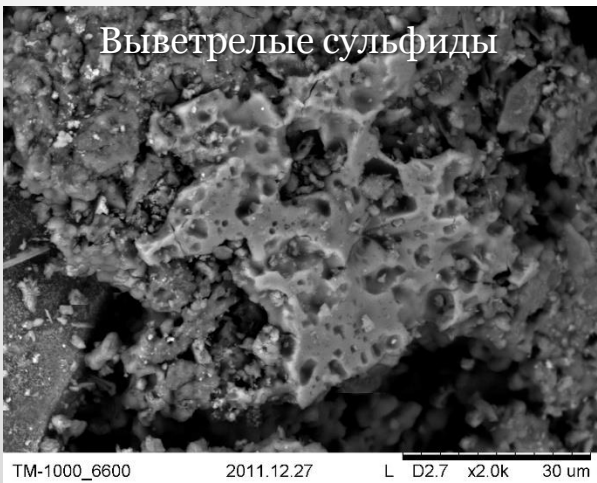
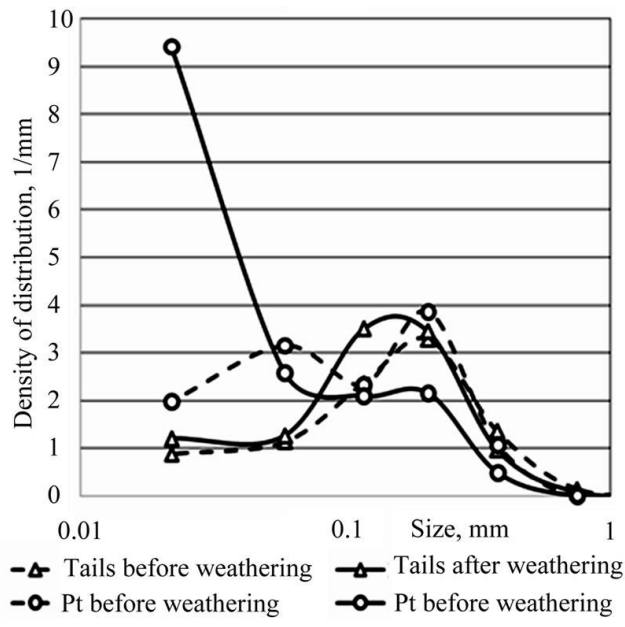


Преобразование хвостов в течение 4 лет хранения

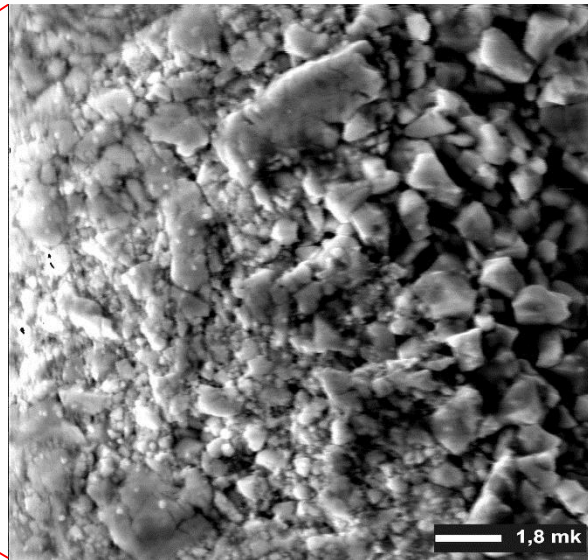
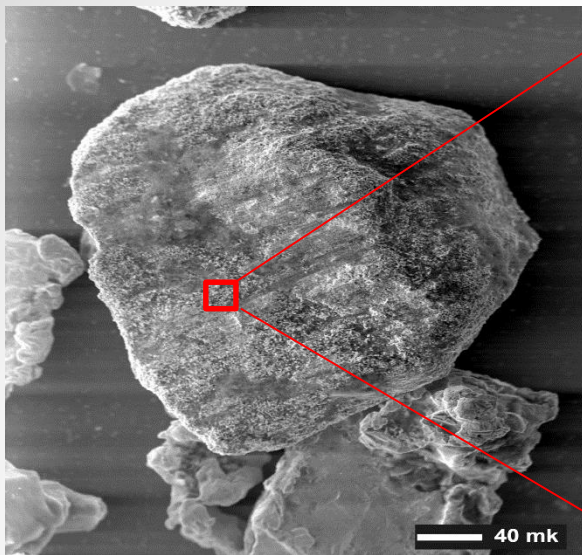


Перенос металлов между классами крупности при выветривании

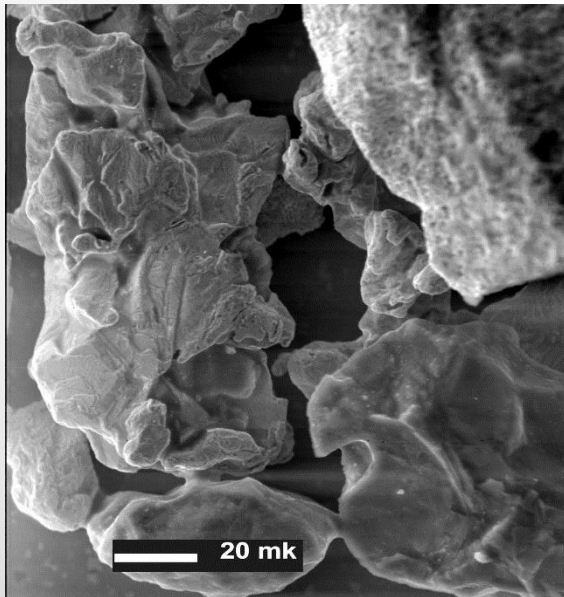
← Происходит избирательное вскрытие платины →
 Распределение металлов по классам крупности



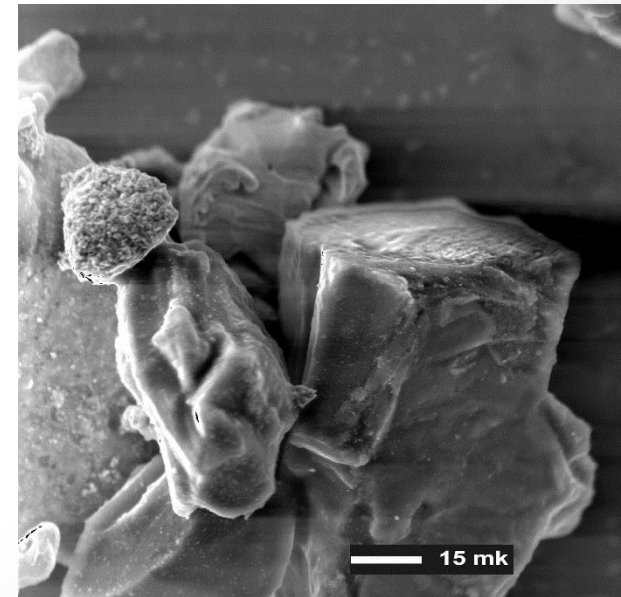
Высокодисперсное золото



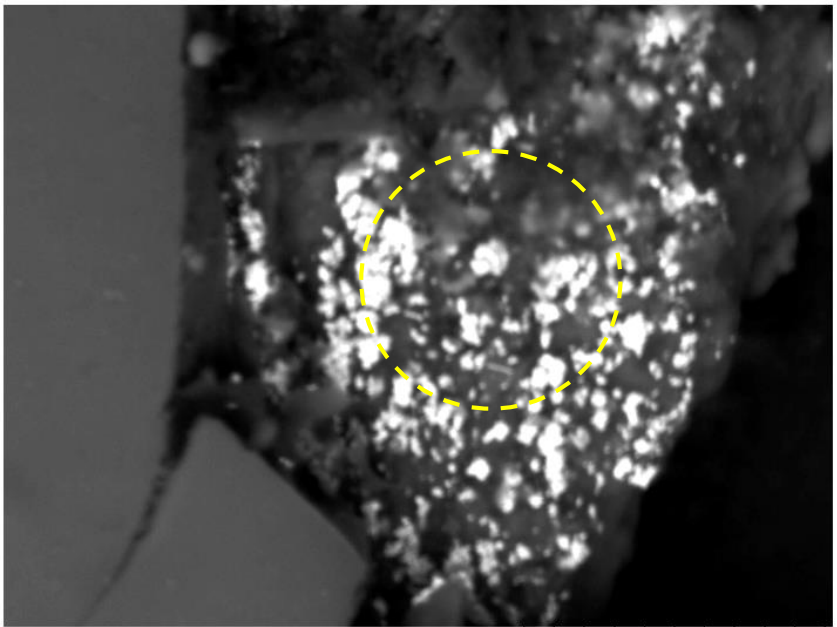
Электронные
микрофотографии
золотин
гравикоцентра
полученного из руды
коры выветривания



Агрегаты микронных,
субмикронных и
наночастиц золота
сформировались в
процессе выветривания
из остаточного и
переотложенного
металла

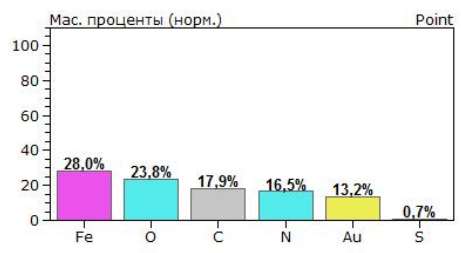
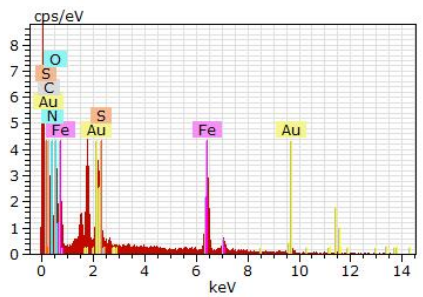


Вторичные образования золота на цианоферроатах железа в хвостохранилище ЗИФ

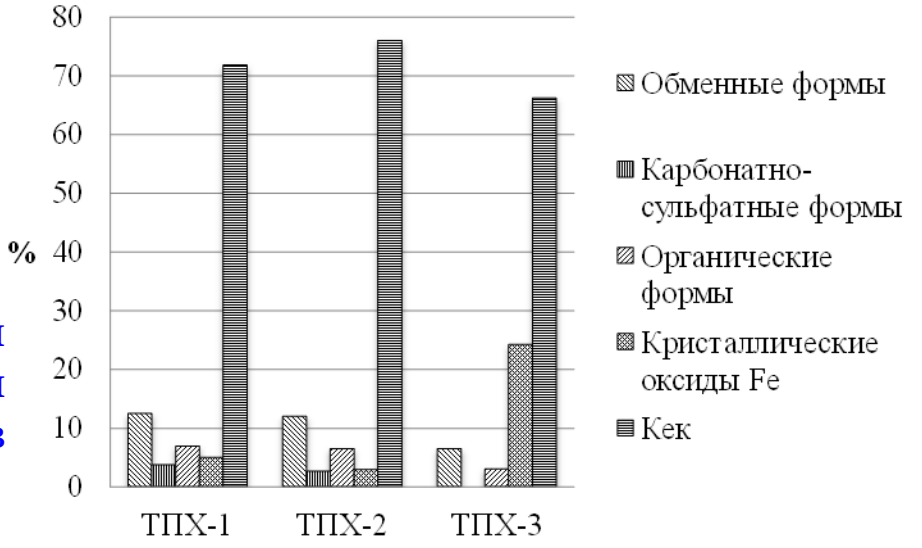


H D6.2 x2.0k 30 um

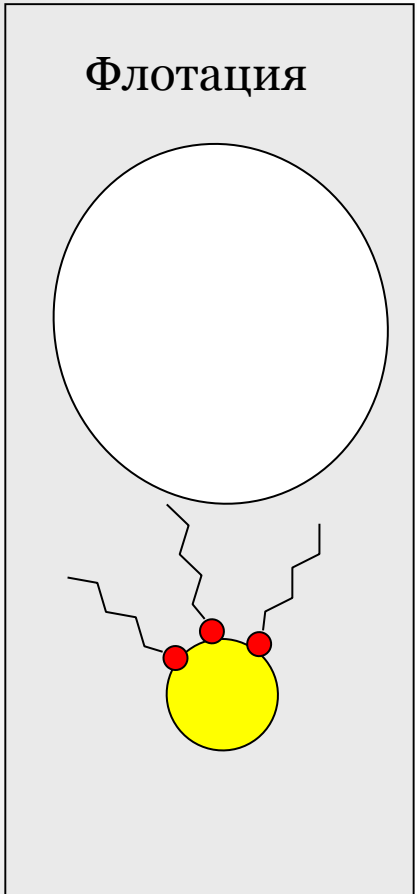
Р.В. Борисов и др., особенности нахождения и подвижность золота в лежалых хвостах золотоизвлекательной фабрики. ФТПРПИ, 2020



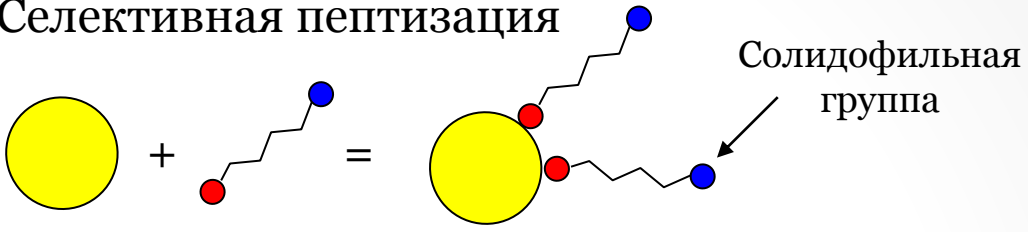
Распределение золота по продуктам высокоградиентной магнитной сепарации хвостов



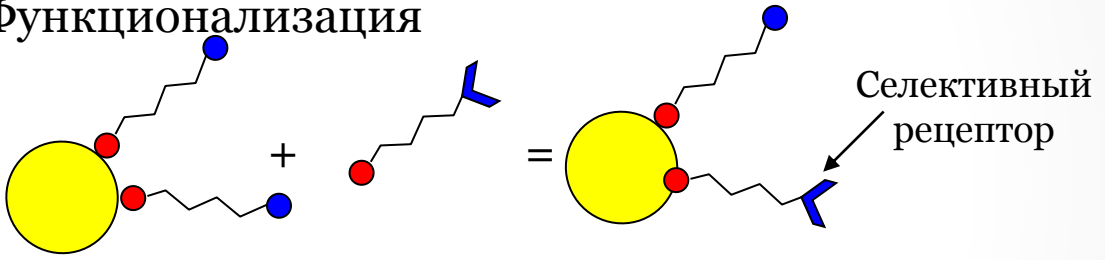
Возможный метод изоляции наночастиц



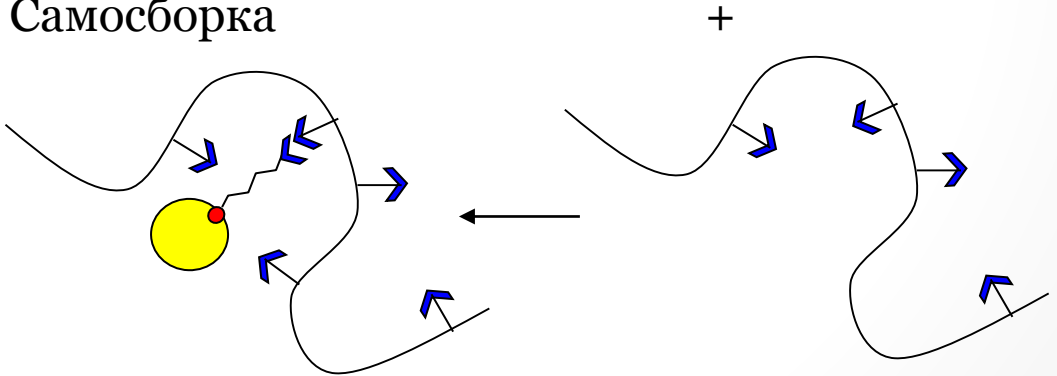
Селективная пептизация



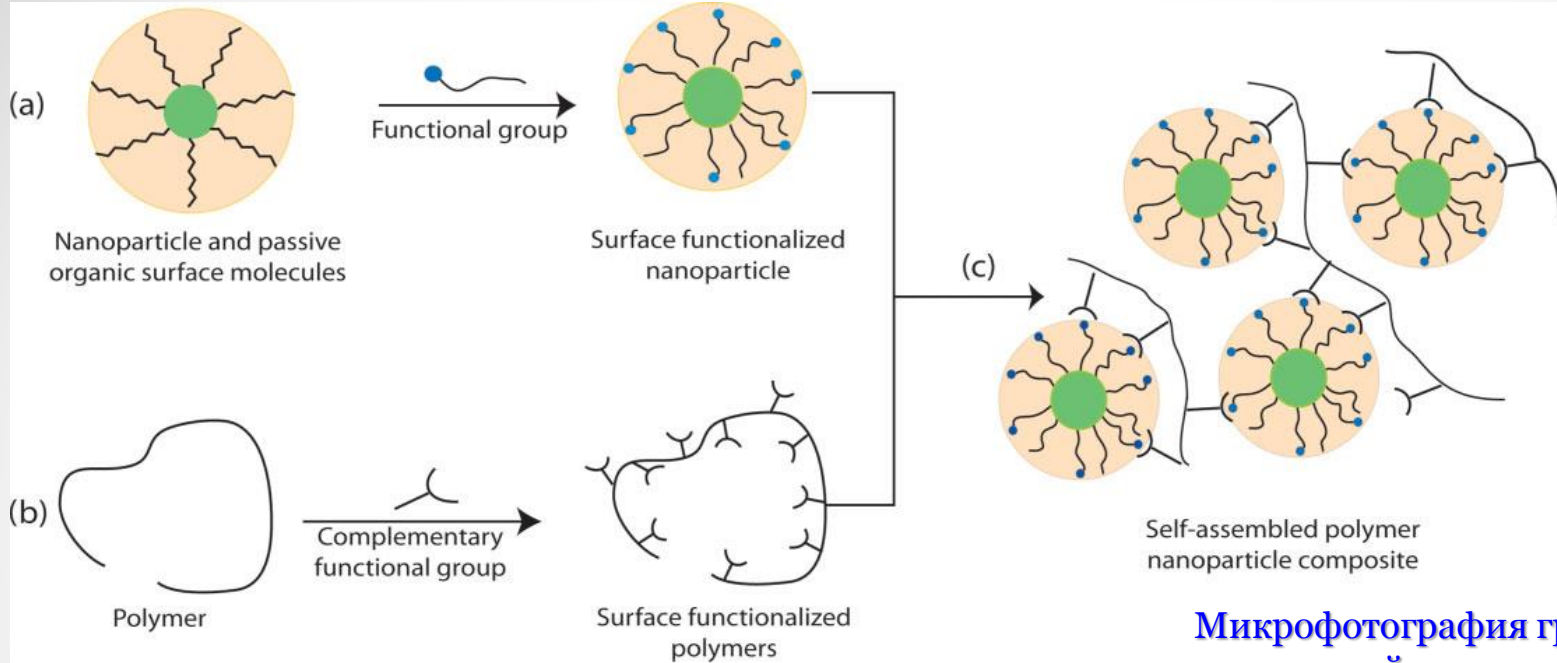
Функционализация



Самосборка



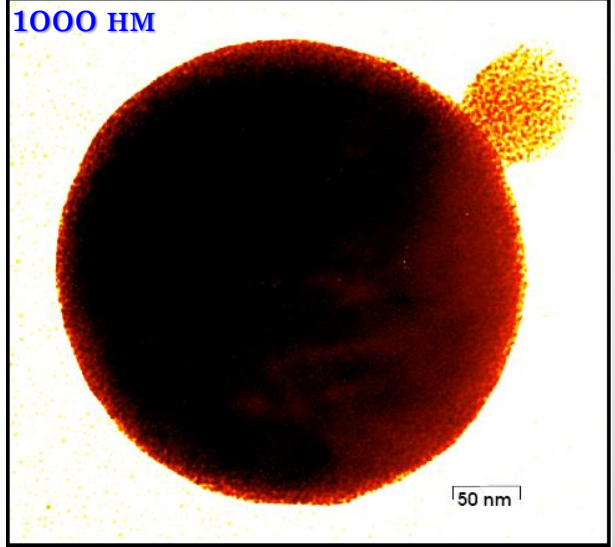
Селективная самосборка. Технология Brick-Mortar



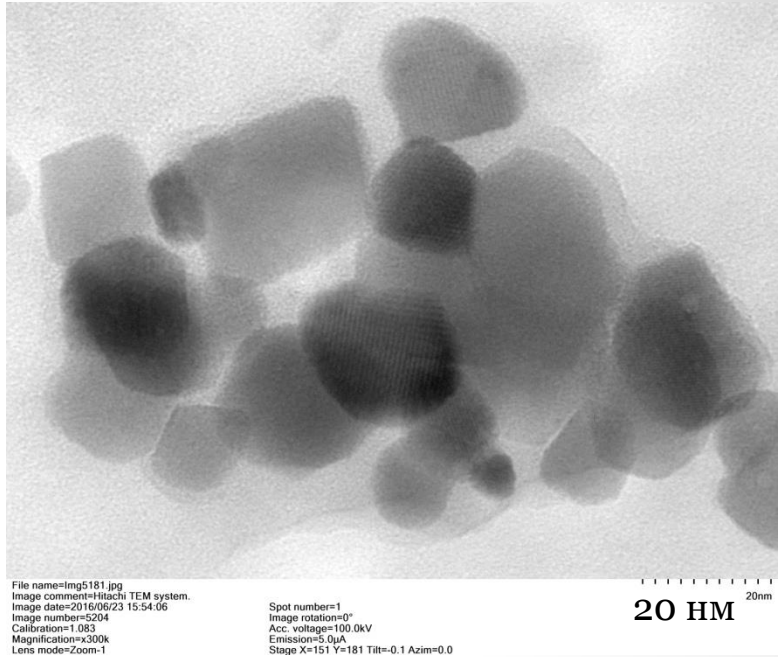
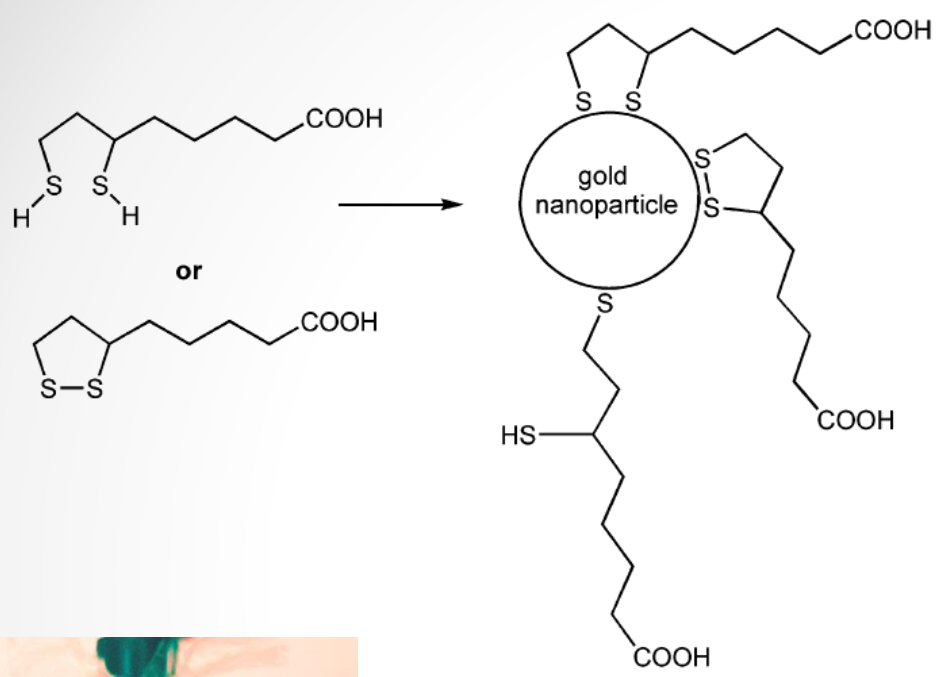
Vincent M Rotello and oth. *Polym Int* 56:461–466 (2007)

Принципиальное отличие технологии самосборки от традиционной флокуляции – высокая селективность, определяемая селективностью использованных рецепторов

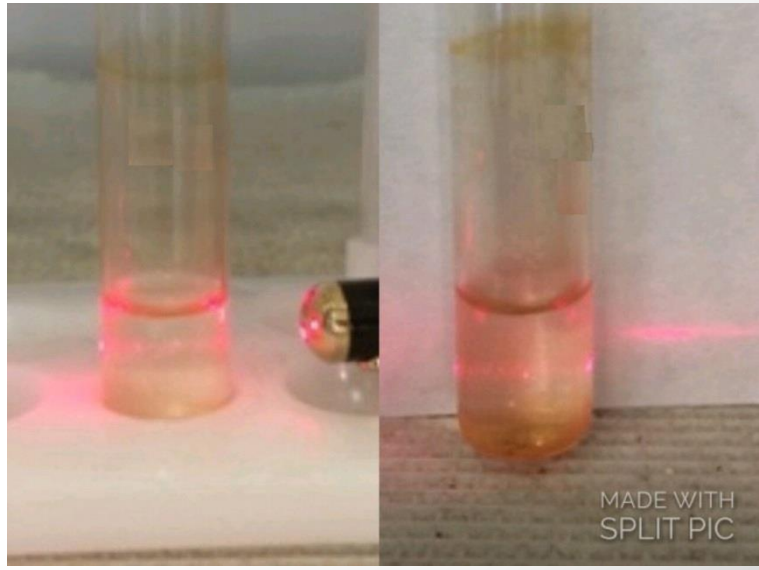
Микрофотография гранулы, полученной из наночастиц Au размером 3 нм. Крупность гранул до 1000 нм



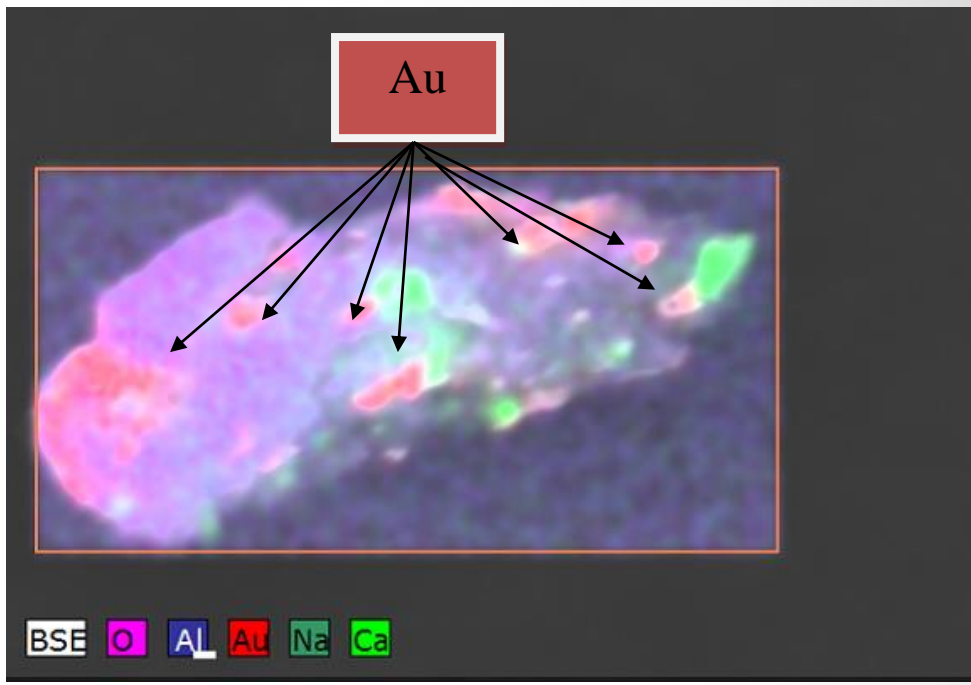
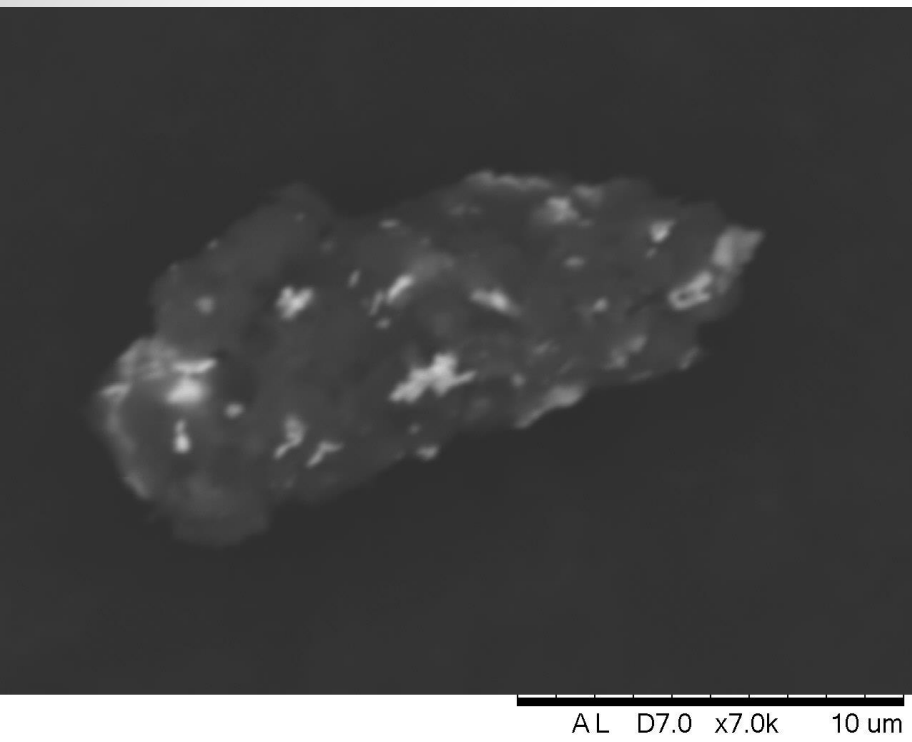
Селективное диспергирование золота



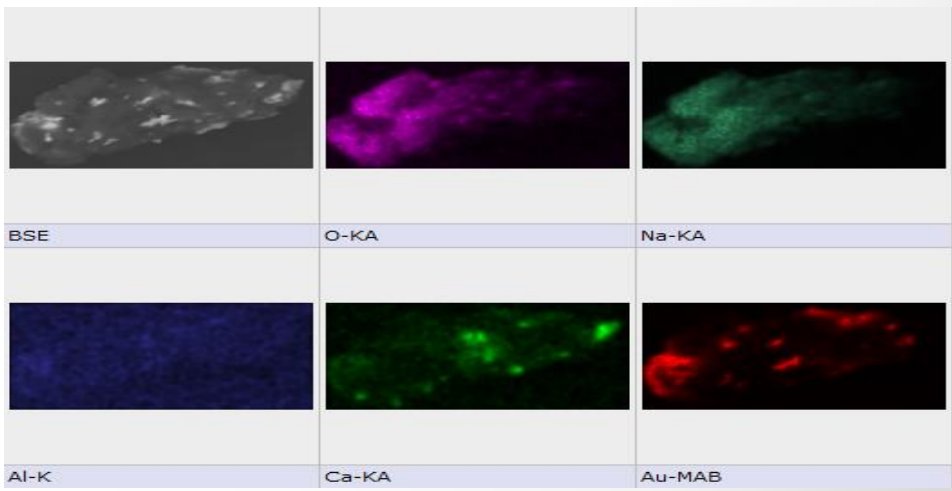
Наночастицы золота диспергируются в щелочном растворе тиоктовой или дигидротиоктовой кислоты с образованием устойчивых коллоидных растворов



Коагуляция золотого коллоида

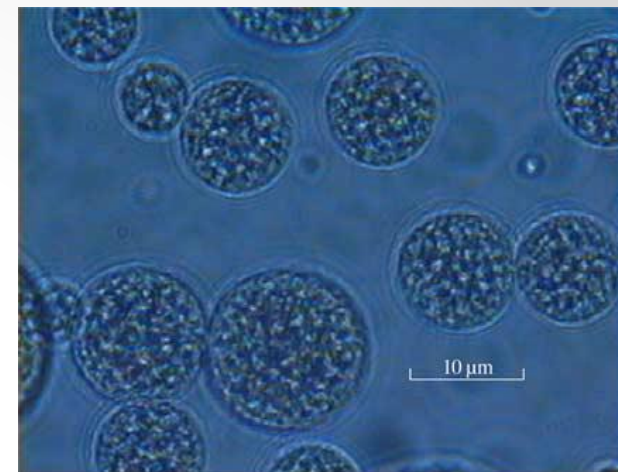
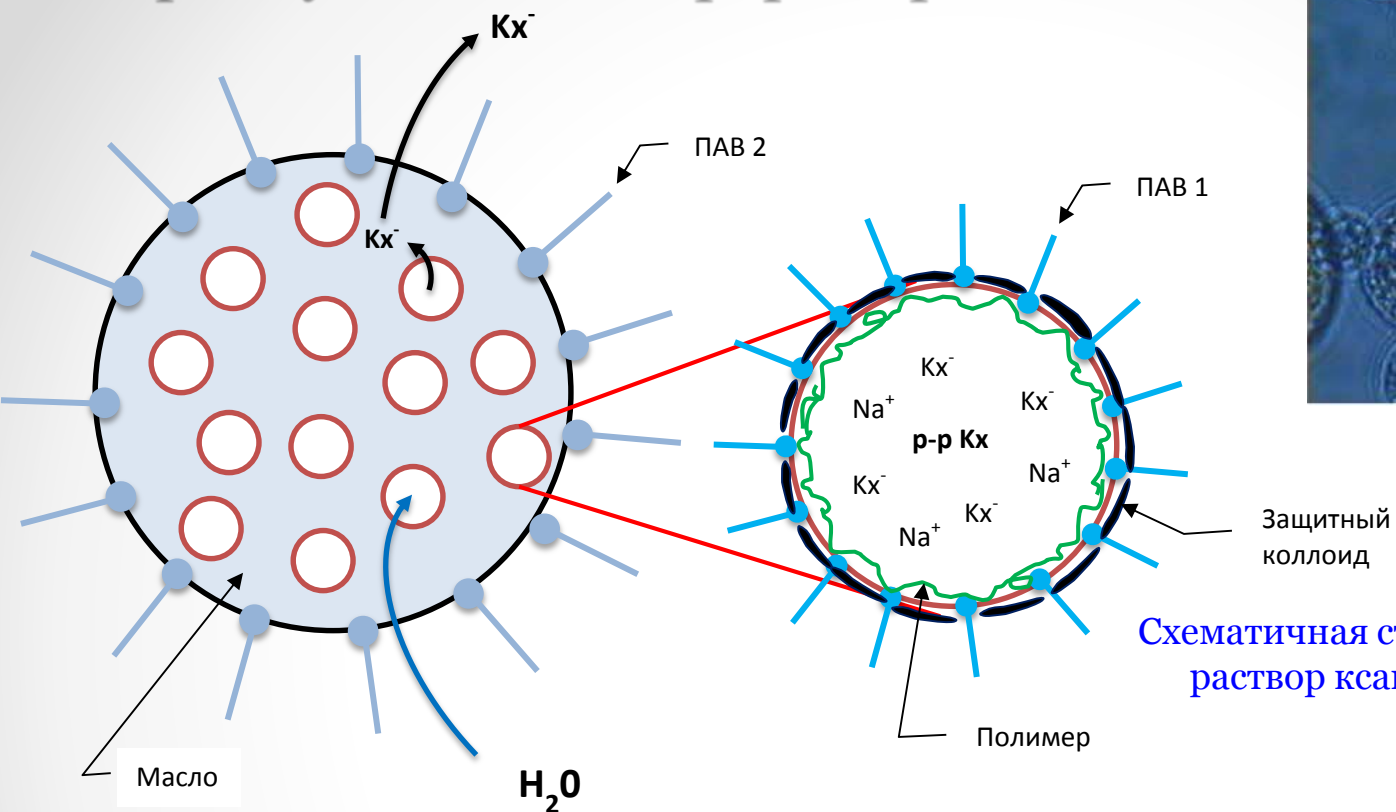


Коагуляция происходит по мере окисления реагента кислородом воздуха с образованием шлама, содержащего агрегаты коллоидных частиц



Элементная карта

Микроэмульсионные формы реагентов



Схематичная структура двойной эмульсии
раствор ксантогената – масло – вода

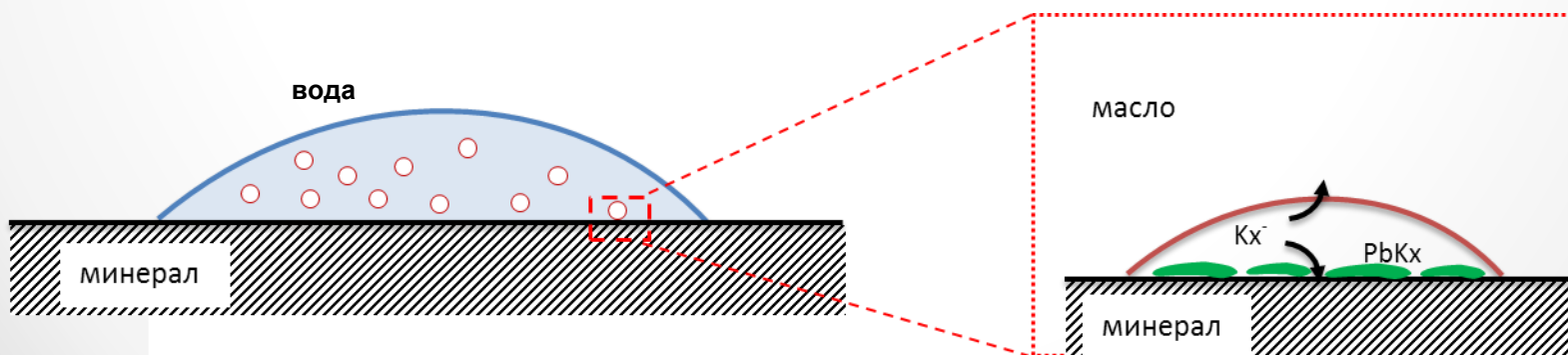
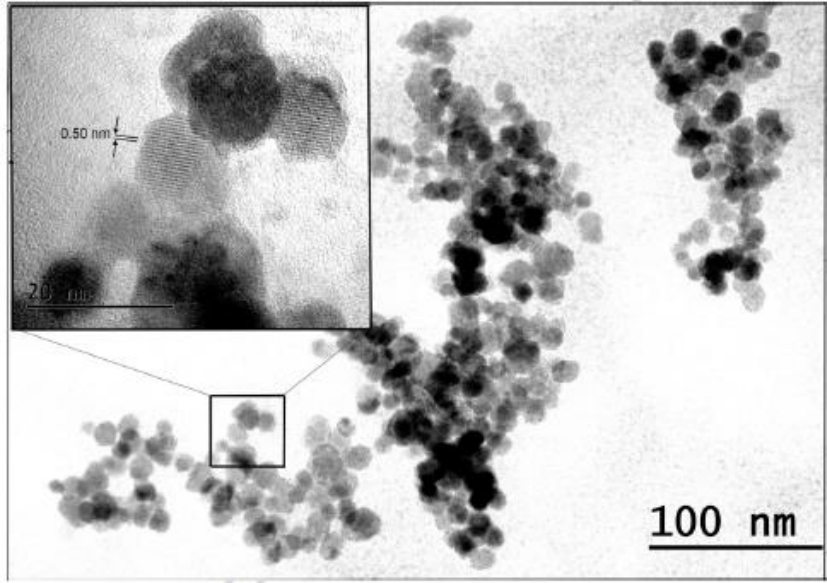
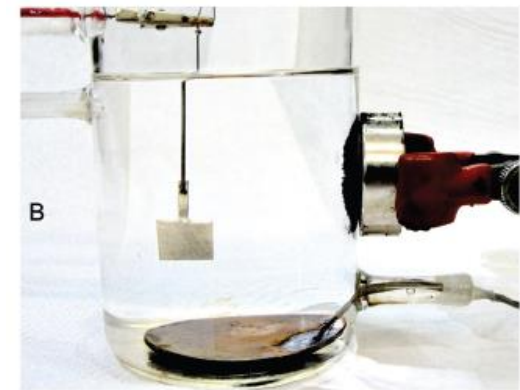
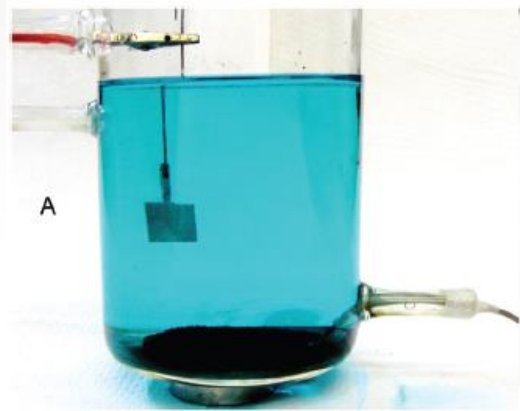
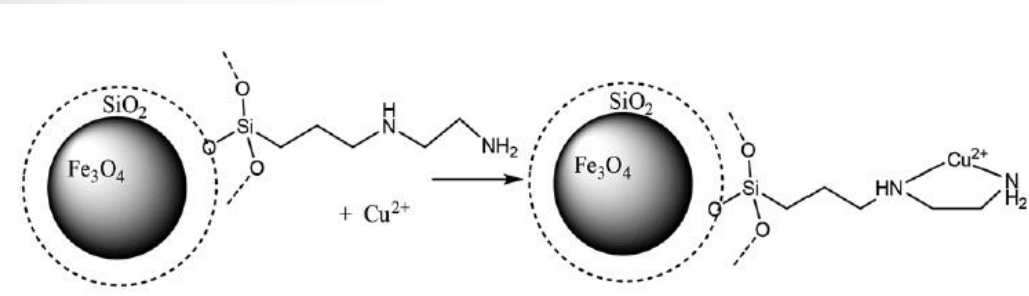
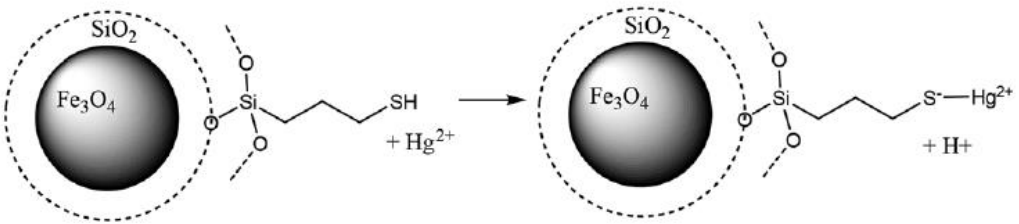
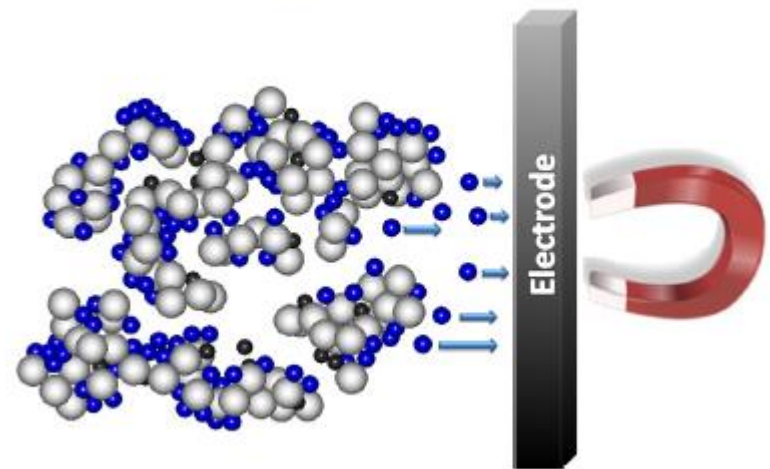


Схема действия реагента

Наносорбенты. Магнитные наночастицы



● Carbon ● NP Mag ● Silver ion



Pure Appl. Chem., Vol. 85, No. 8, pp. 1655–1669, 2013

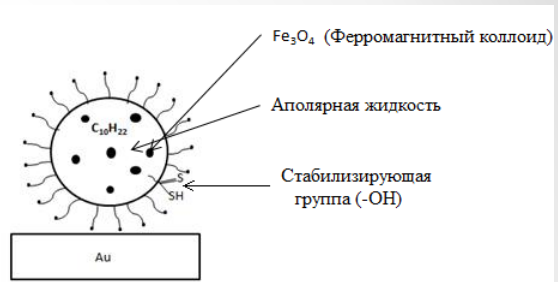
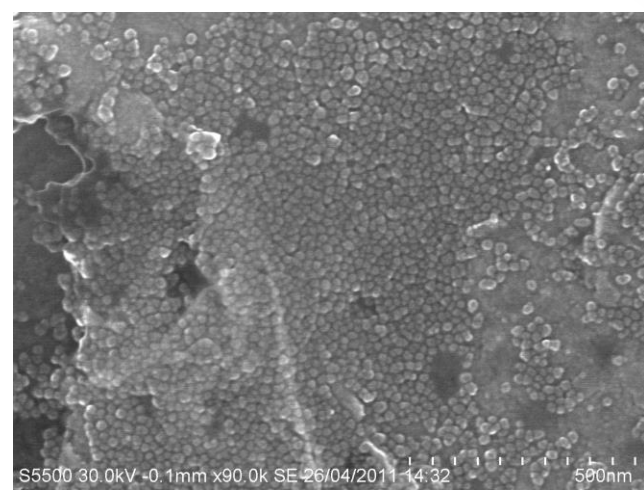
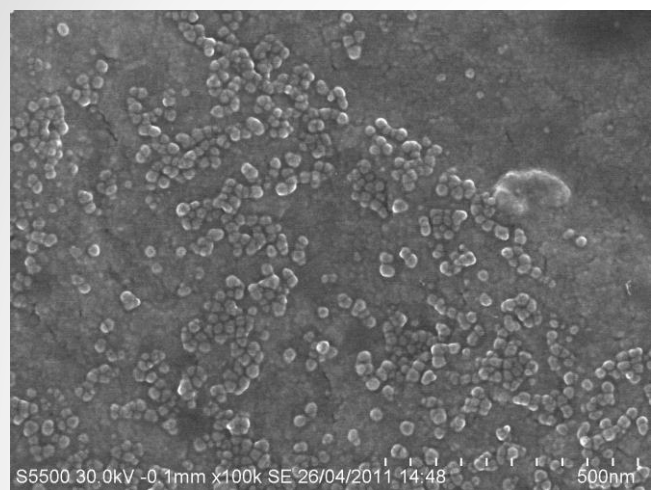
Magnetic nanohydrometallurgy. Hydrometallurgy 125–126 (2012) 148–151

SH - функционализированные магнитные коллоиды

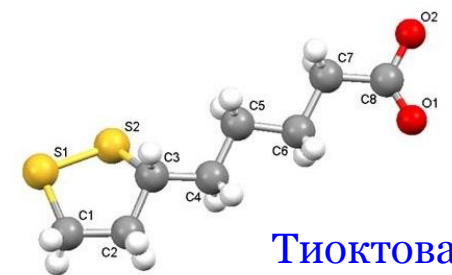
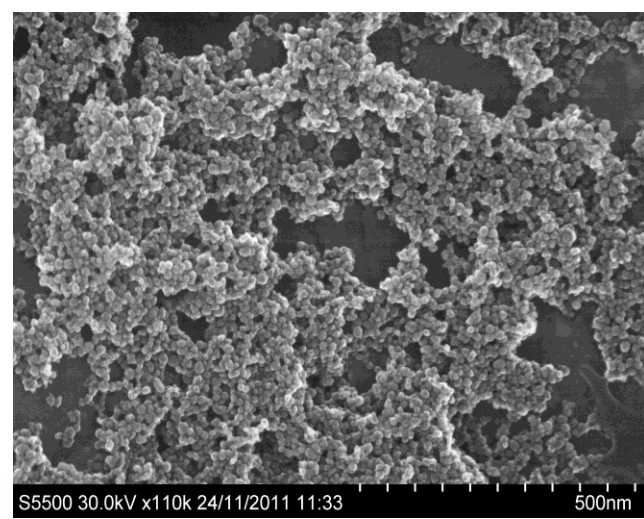
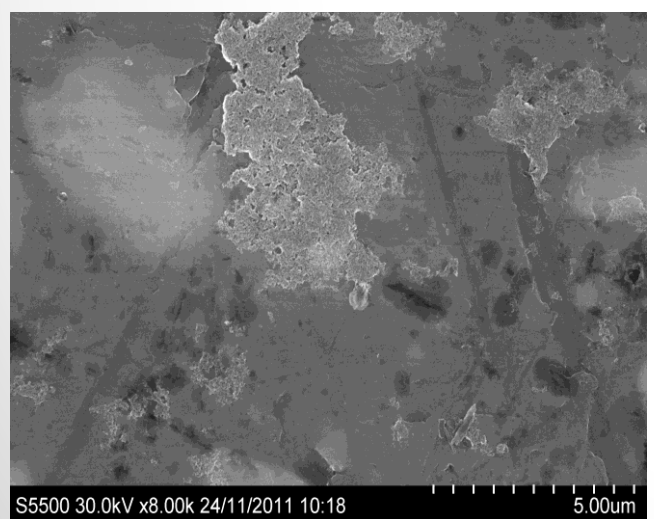
Al

Магнитный коллоид в керосине

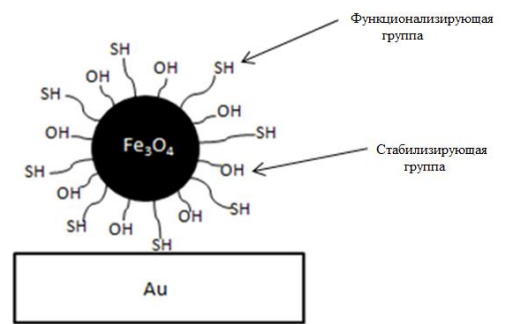
Au



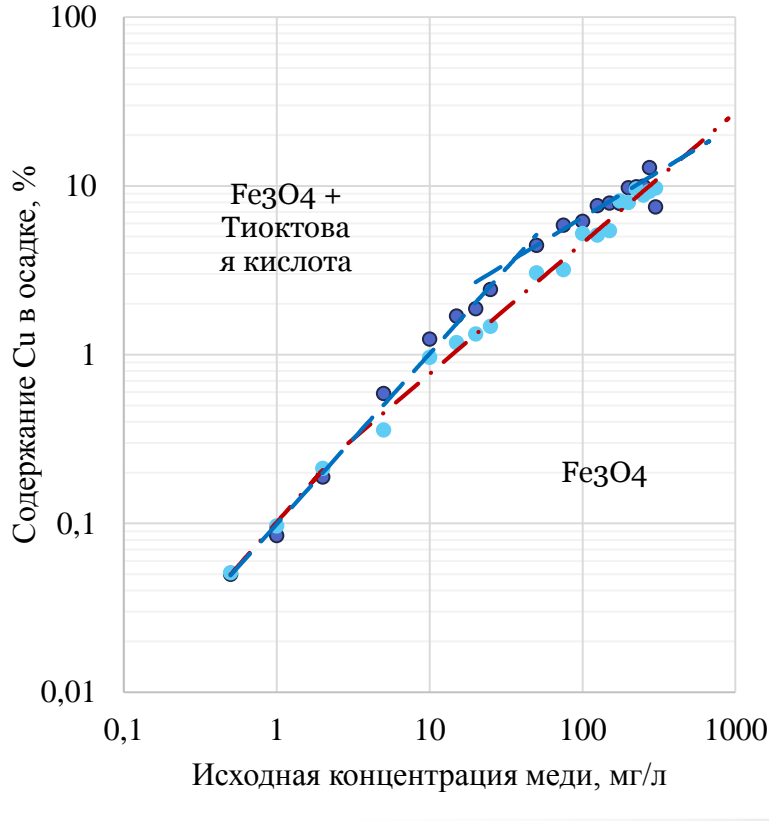
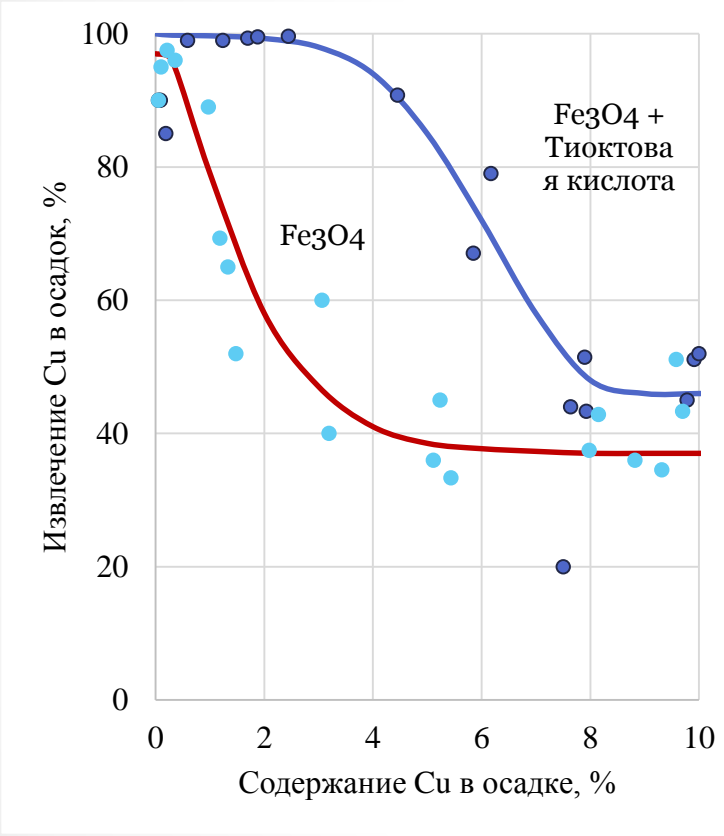
Водный магнитный коллоид



Тиоктовая кислота



SH - функционализированные магнитные коллоиды как сорбенты металлов из геотехнологических растворов





СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBIRIAN FEDERAL UNIVERSITY

Благодарю за внимание