

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ ЭФФЕКТИВНЫХ МОДИФИКАТОРОВ ТРЕНИЯ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.П.Паренаго

**Институт нефтехимического синтеза
им. А.В.Топчиева РАН**

**Круглый стол «Трибология в России; текущие проблемы и
перспективы развития»
15 января 2009 г**



ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПРИСАДОК К МАСЛАМ

- АНТИОКСИДАНТЫ
- ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ
- ПРОТИВОЗАДИРНЫЕ
- АНТИФРИКЦИОННЫЕ (МОДИФИКАТОРЫ ТРЕНИЯ)
- ВЯЗКОСТНЫЕ
- ДЕПРЕССОРНЫЕ
- ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ
- ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ (МОЮЩИЕ)
- ДРУГИЕ



ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ МОДИФИКАТОРЫ ТРЕНИЯ

Области применения:

- ✓ Добавки к маслам, снижающие потери на трение
- ✓ Добавки к СОЖ

Преимущества:

- ✓ Экономия топлива до 5%
- ✓ Низкая концентрация (≤ 500 ppm)
- ✓ Повышение качества масел
- ✓ Качество поверхности



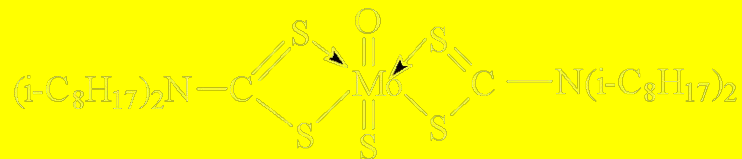
Дисульфид молибдена



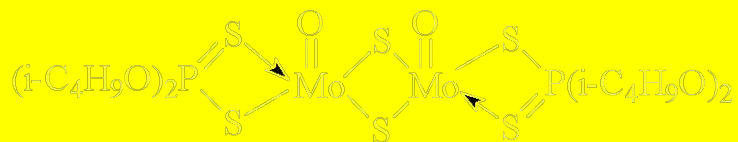
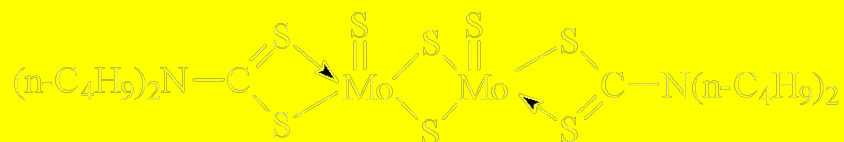
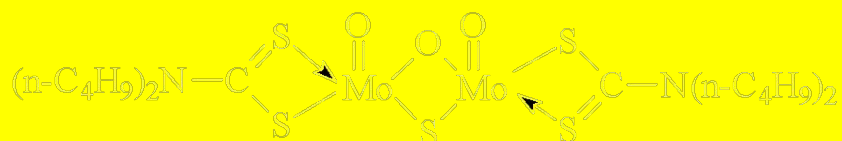
природный минерал
слоистая структура
(тригональная призма),
как у графита



Серосодержащие комплексы молибдена



Диалкилдитиокарбаматы
молибдена
(с различными лигандами)



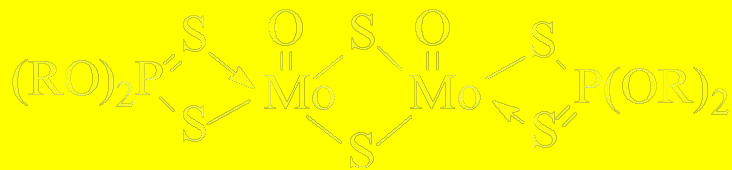
Диалкилдитиофосфат
молибдена

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА КОМПЛЕКСОВ МОЛИБДЕНА

1. Синтезы многостадийные, низкий выход продуктов
2. Недостаточная воспроизводимость в различных синтезах
3. Необходимость использования тщательно осушенных и очищенных растворителей
4. Инертная атмосфера, отсутствие следов кислорода
5. Использование токсичных исходных реагентов (пента-сульфида фосфора, P_2S_5 или сероуглерода, CS_2)



Соединения молибдена как модификаторы трения



MoDTP



MoDTC

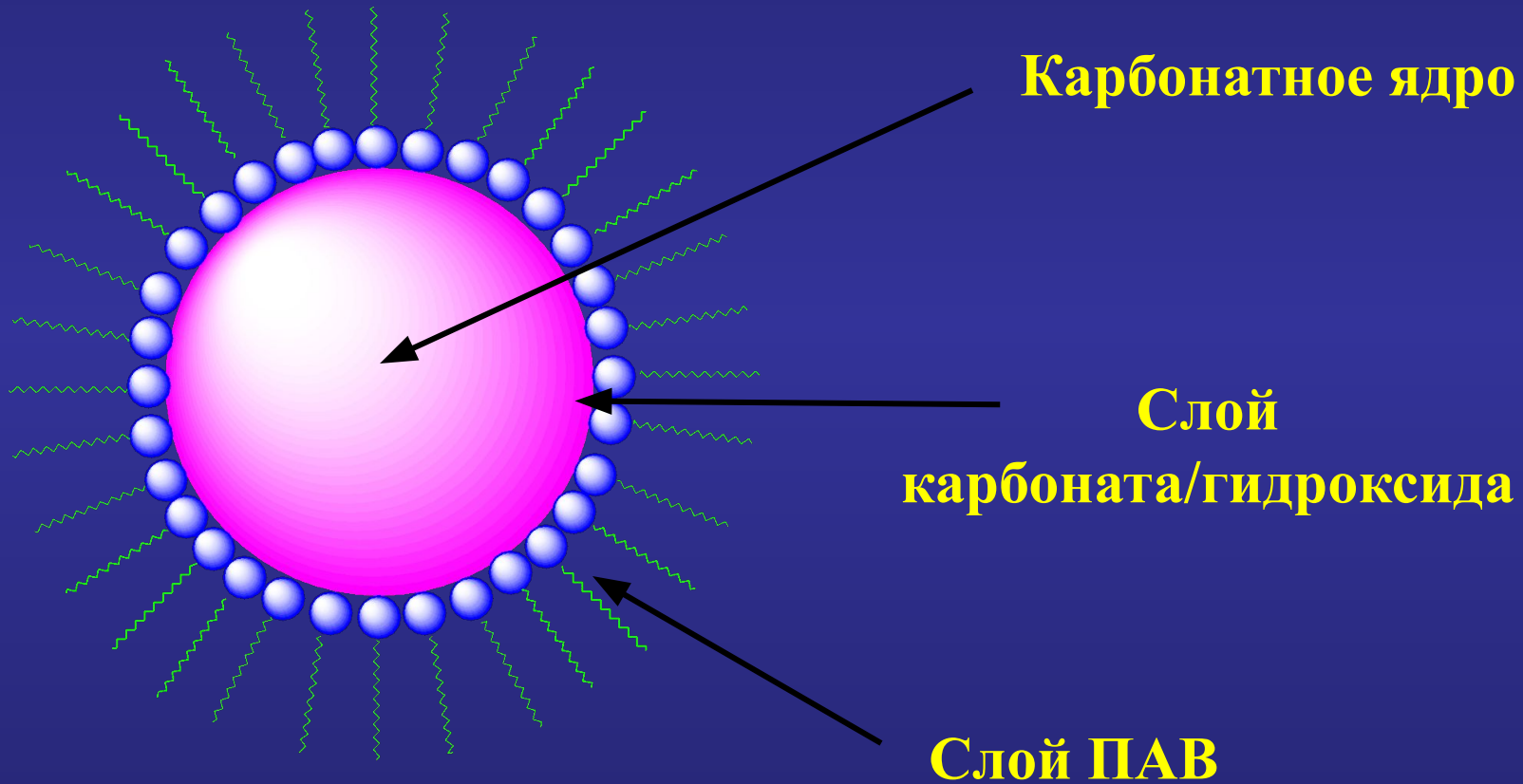


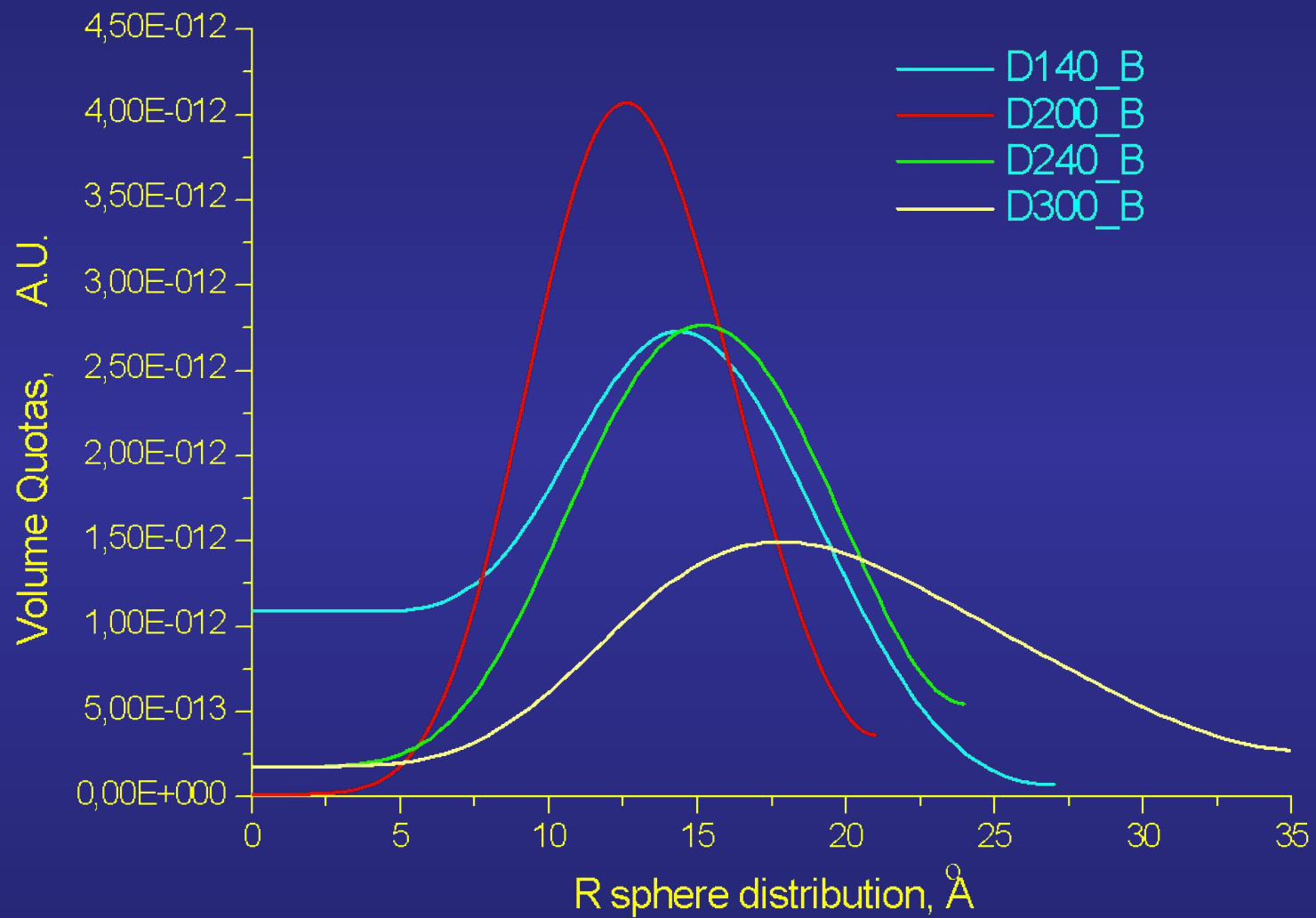
ОБЩАЯ ФОРМУЛА ДЕТЕРГЕНТНО-ДИСПЕРГИРУЮЩИХ (МОЮЩИХ) ПРИСАДОК

- $[(R-SO_3)Ca]_k [Ca(OH_2)]_m [CaCO_3]_n$
- Начало производства – 50-е годы XX века
- Мировой объем производства – сотни тысяч тонн/год

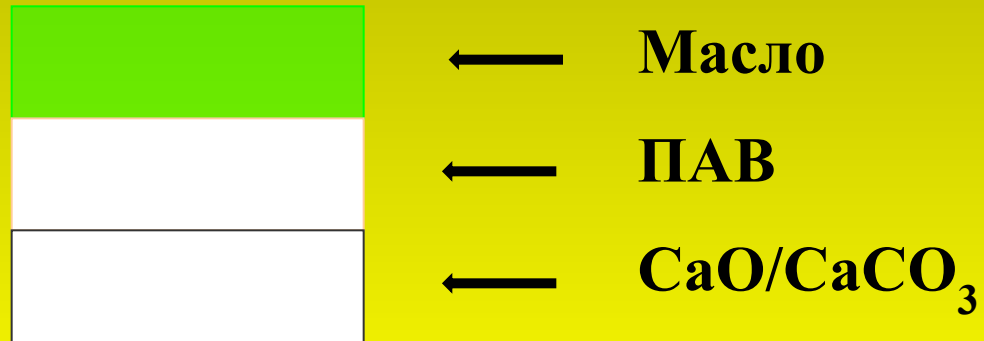


Galsworthy, Hammond, Hone. Oil-soluble colloidal additives. Curr.Opin.Colloid Interface Sci., 2000, 5, 274

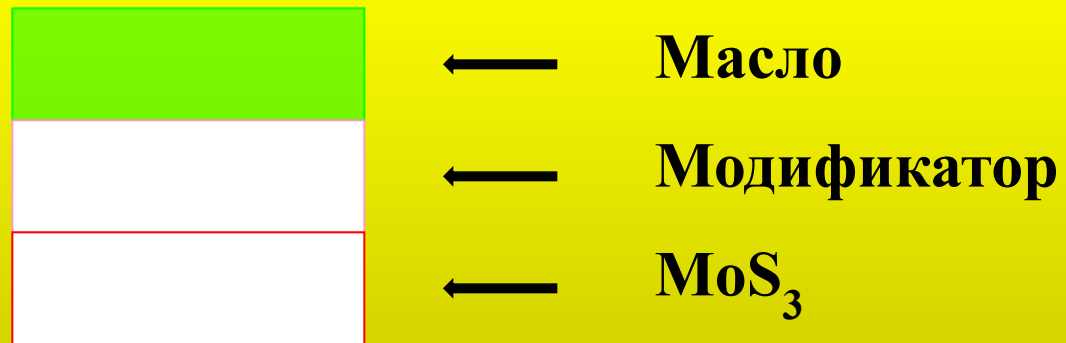




ПОДХОД К СИНТЕЗУ



Детергентно-диспергирующие присадки



Антифрикционные присадки



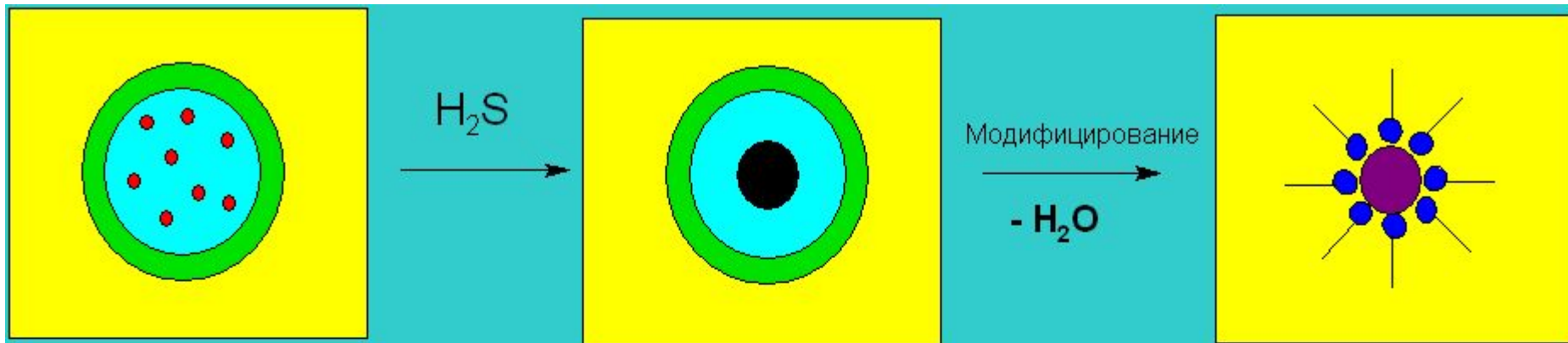
СПОСОБЫ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ

Общий принцип - резкое изменение фазового состояния

- распыление в вакууме;
- термообработка;
- облучение;
- испарение;
- диспергирование;
- эмульгирование;
- другое



Синтез наночастиц (схема 1)



■ Органический растворитель

● Вода

○ Слой ПАВ

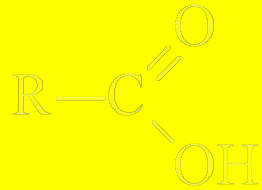
● Водорастворимое
соединение молибдена

● Трисульфид молибдена

● — Модификатор

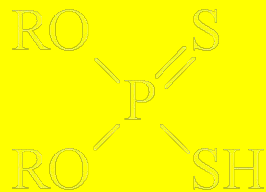
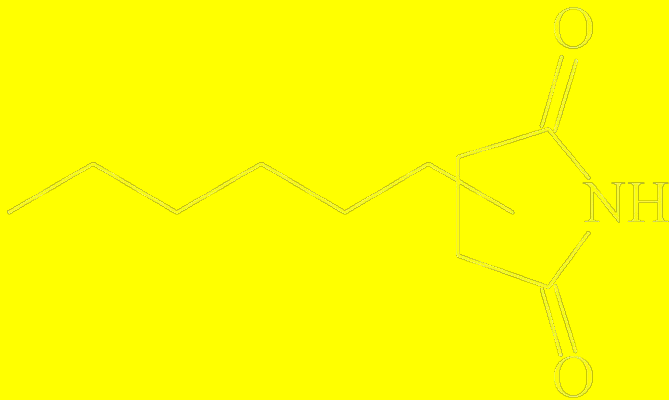
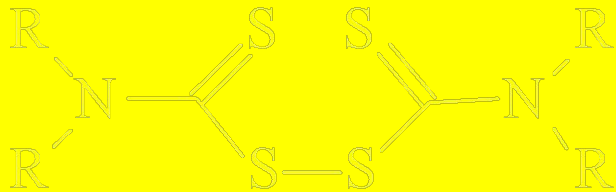


МОДИФИКАЦИЯ

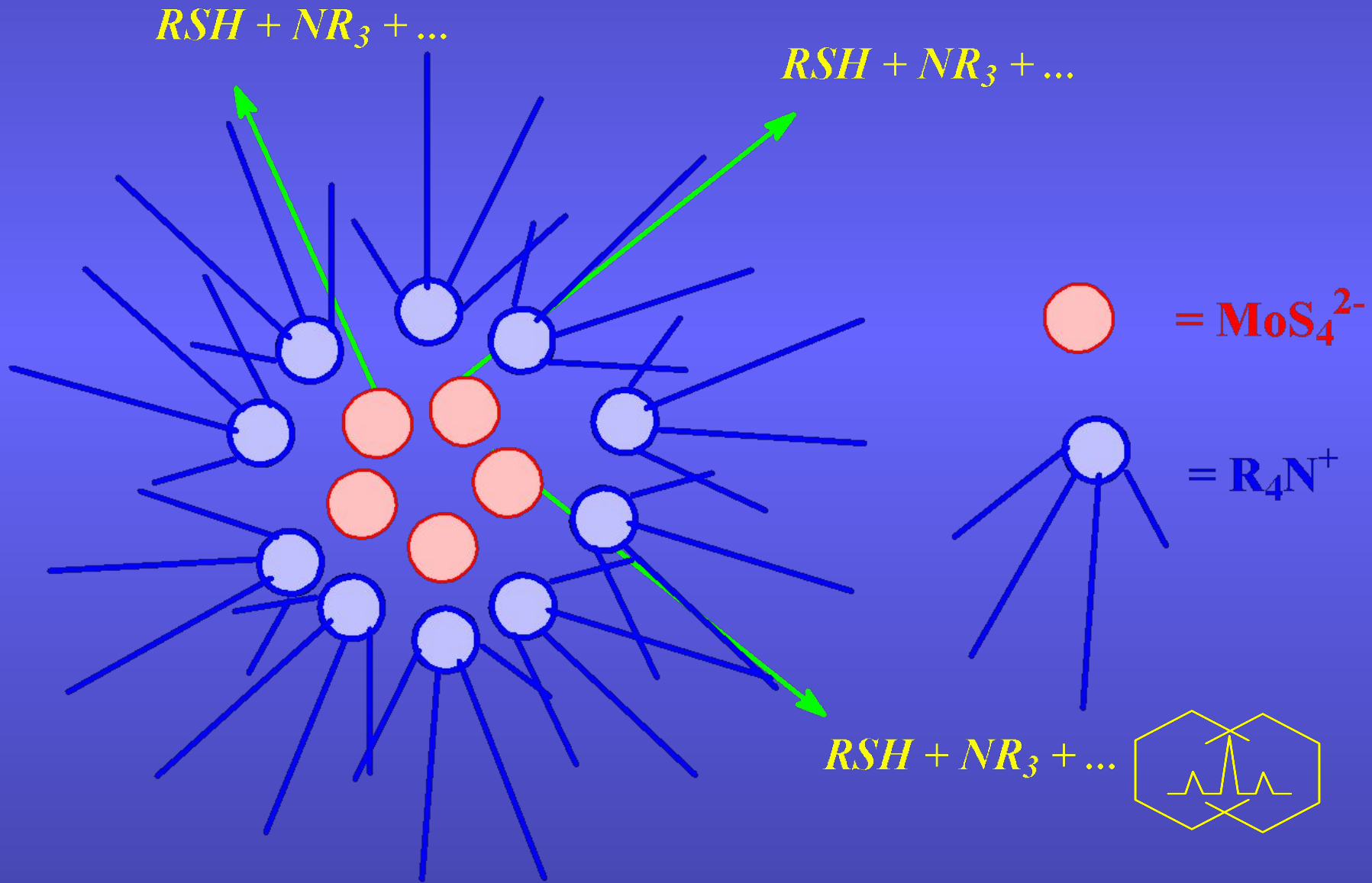


ОБЩАЯ СХЕМА

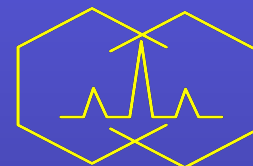
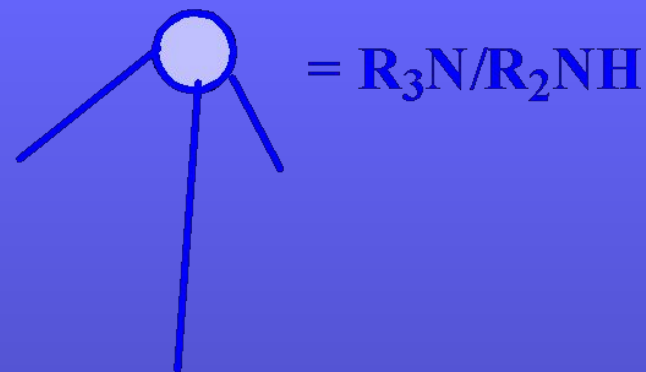
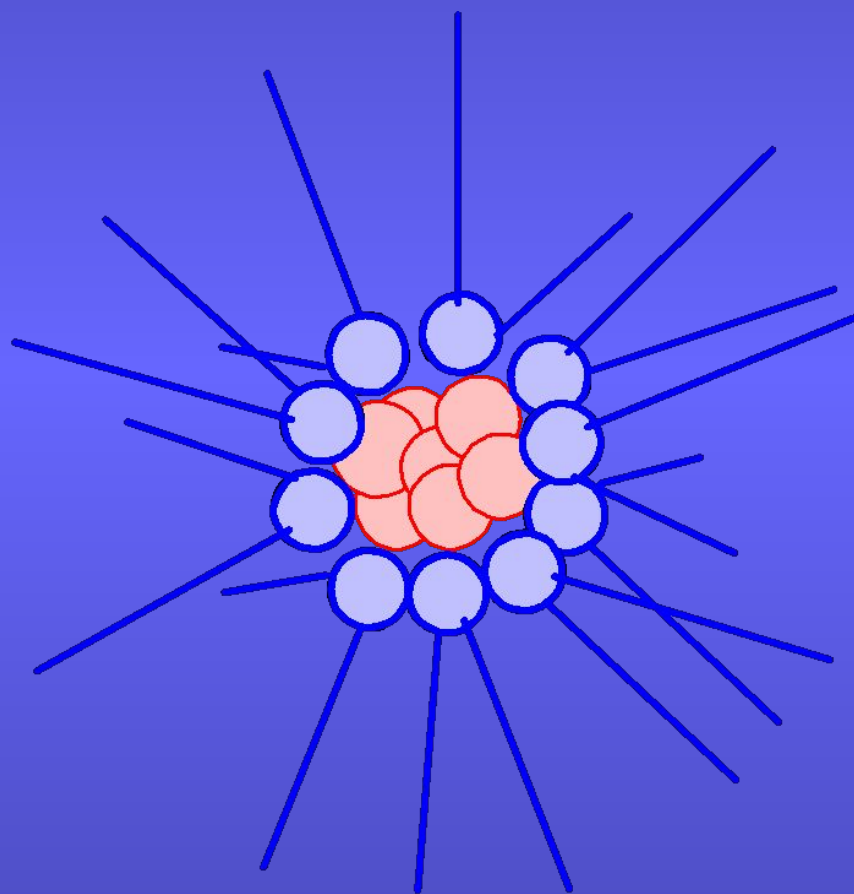
- Создание микроэмульсии
- Реакция с H_2S
- Добавление модифицирующего агента
- Удаление ПАВ
- Выделение продукта



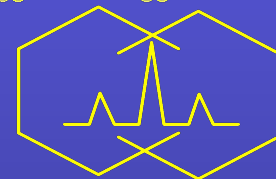
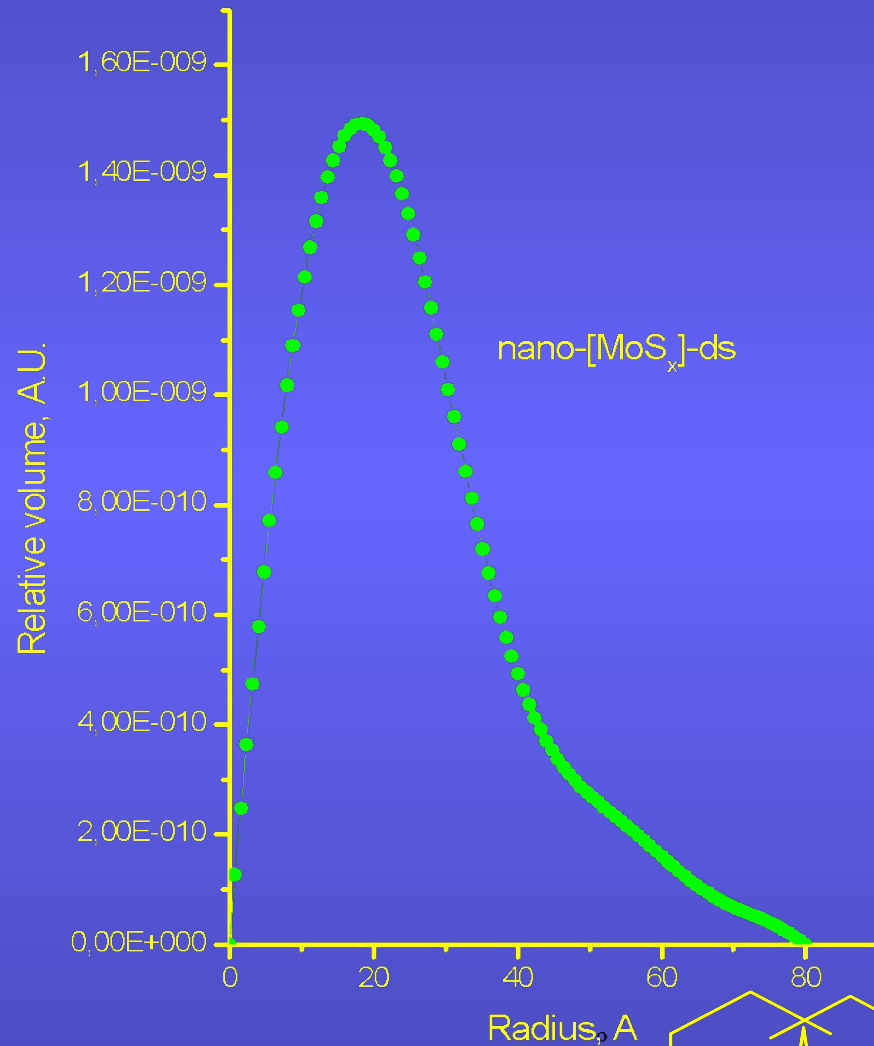
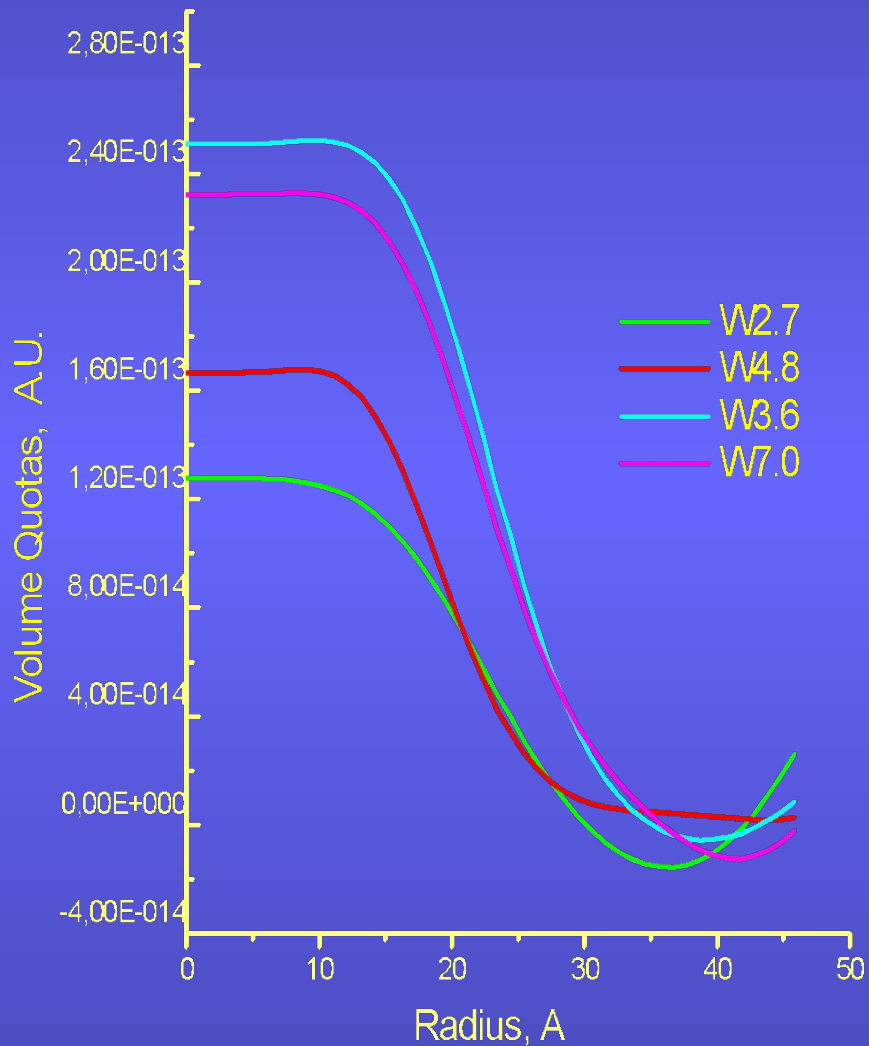
РАЗЛОЖЕНИЕ В ГОРЯЧЕЙ АМФИФИЛЬНОЙ МАТРИЦЕ (СХЕМА 2)



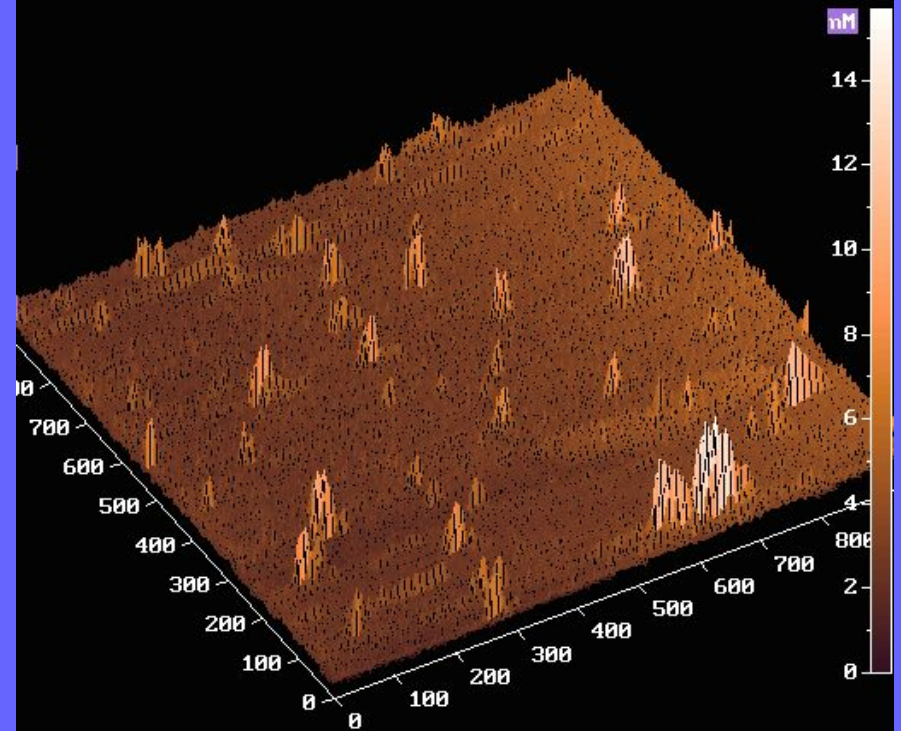
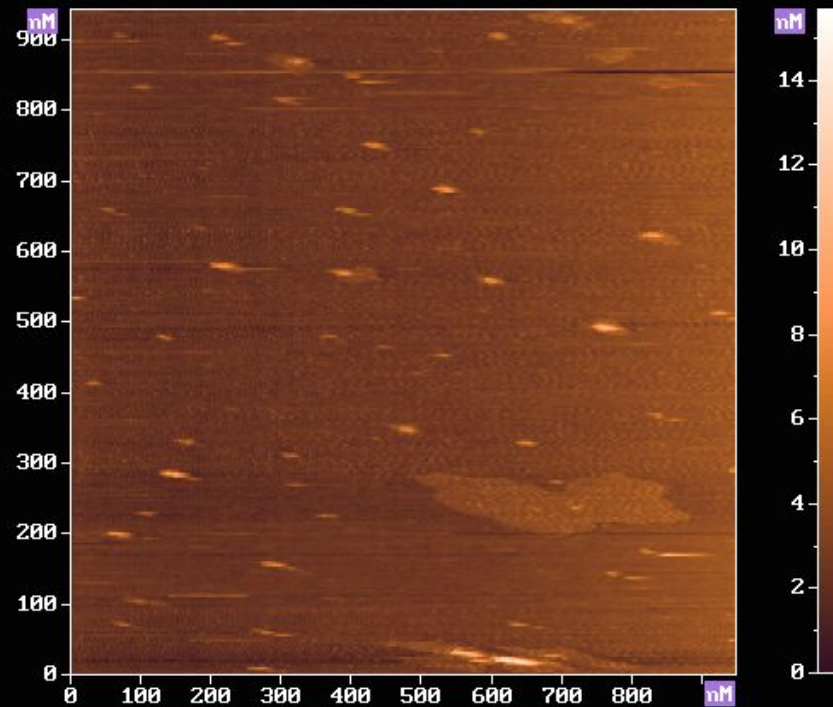
РАЗЛОЖЕНИЕ В ГОРЯЧЕЙ АМФИФИЛЬНОЙ МАТРИЦЕ



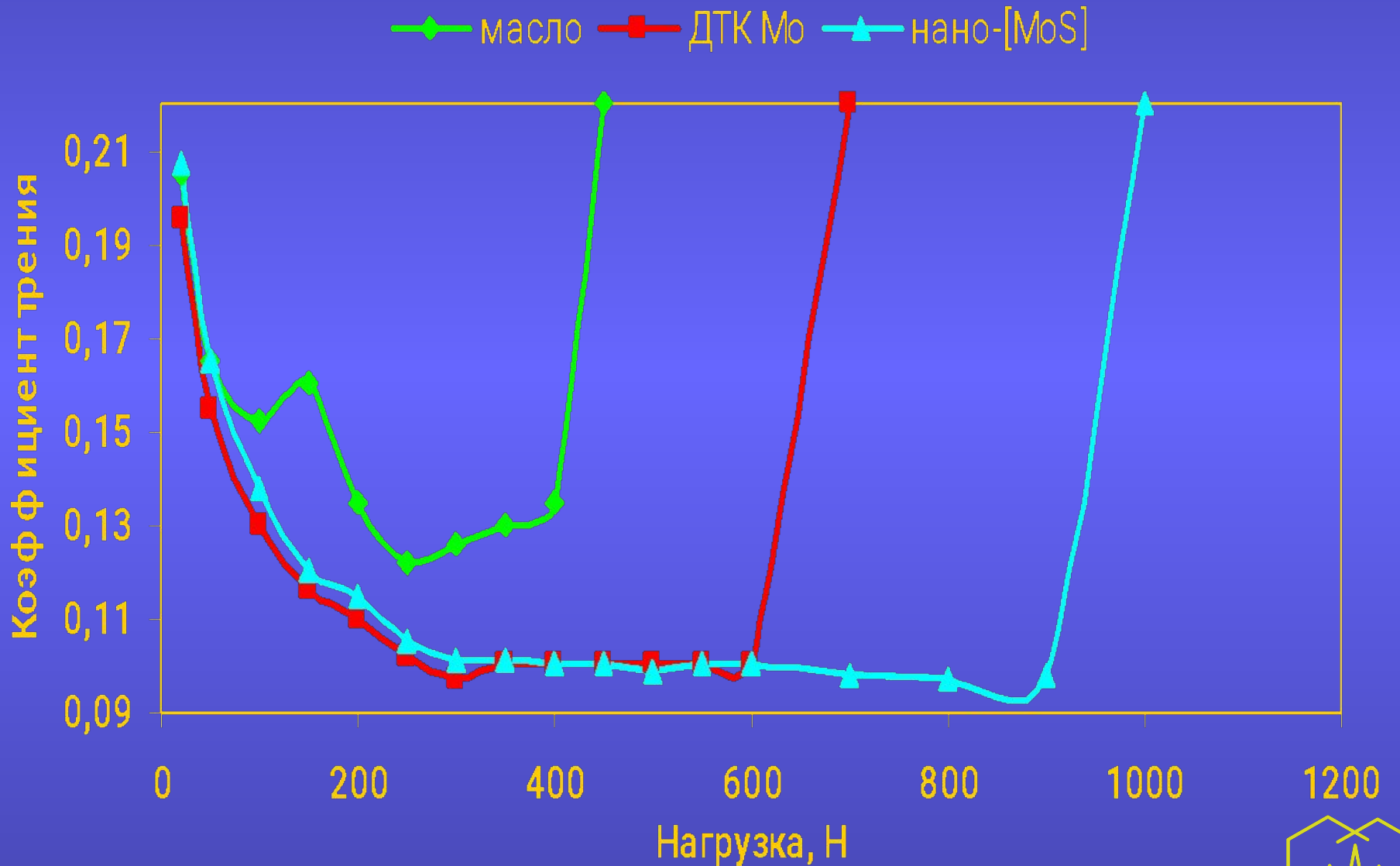
ДААННЫЕ РЕНТГЕНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ (SAXS)



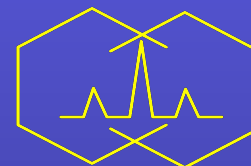
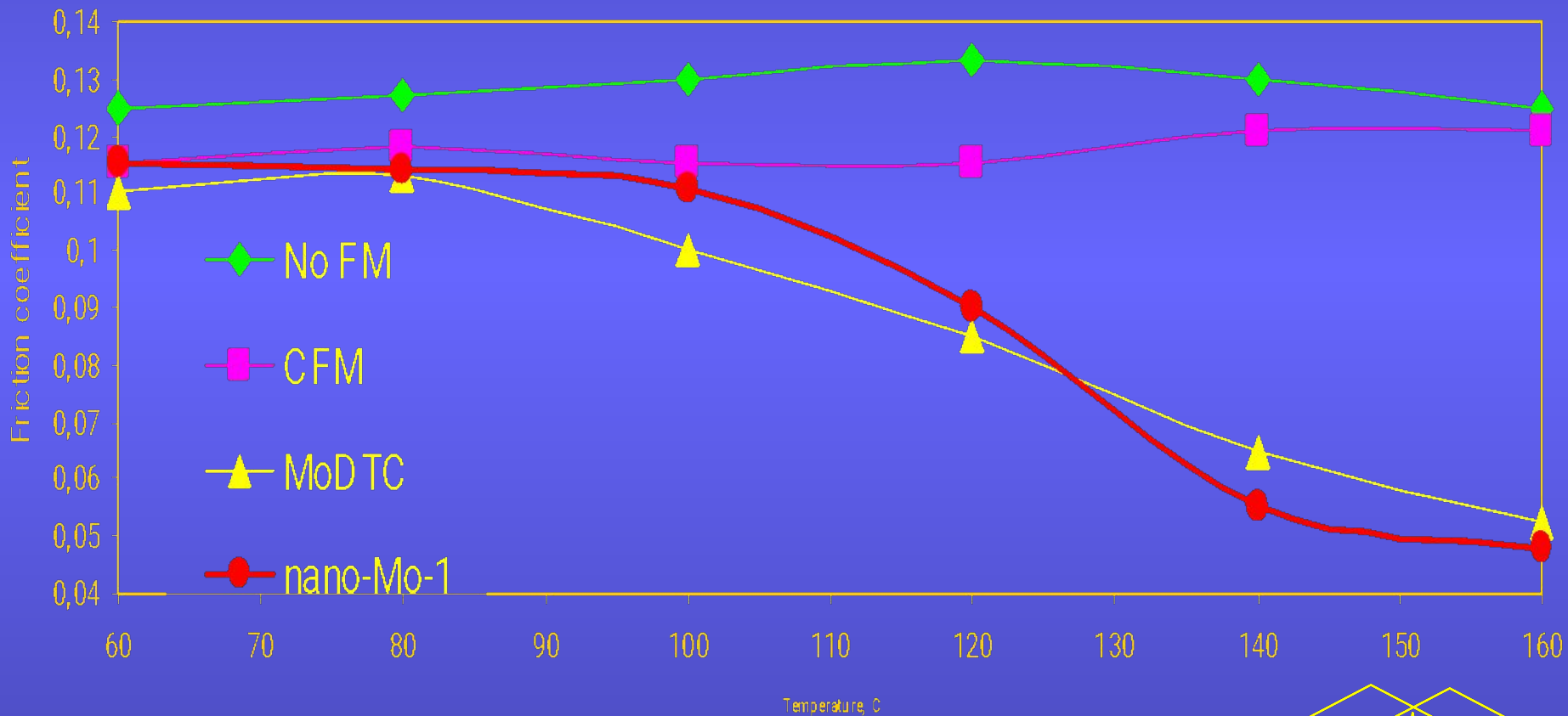
ИЗОБРАЖЕНИЯ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ



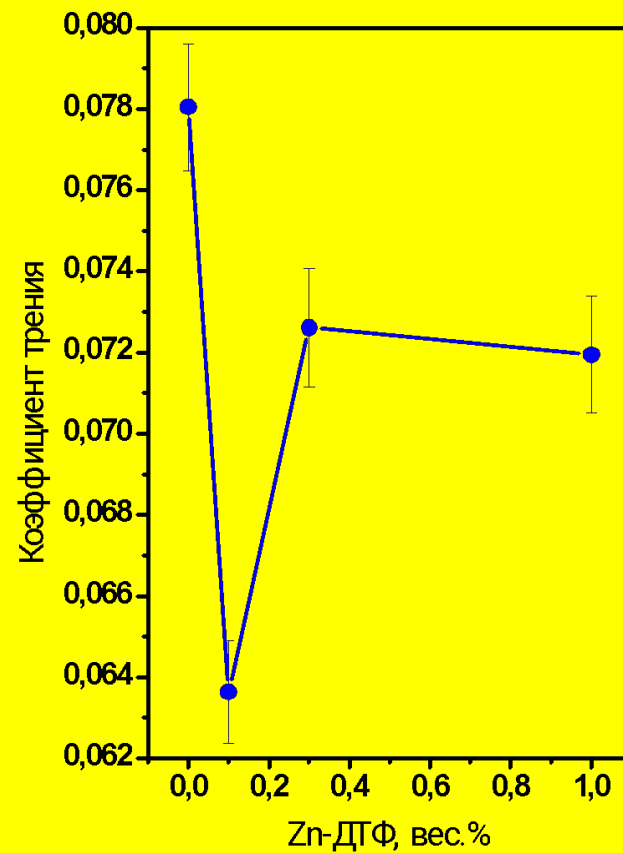
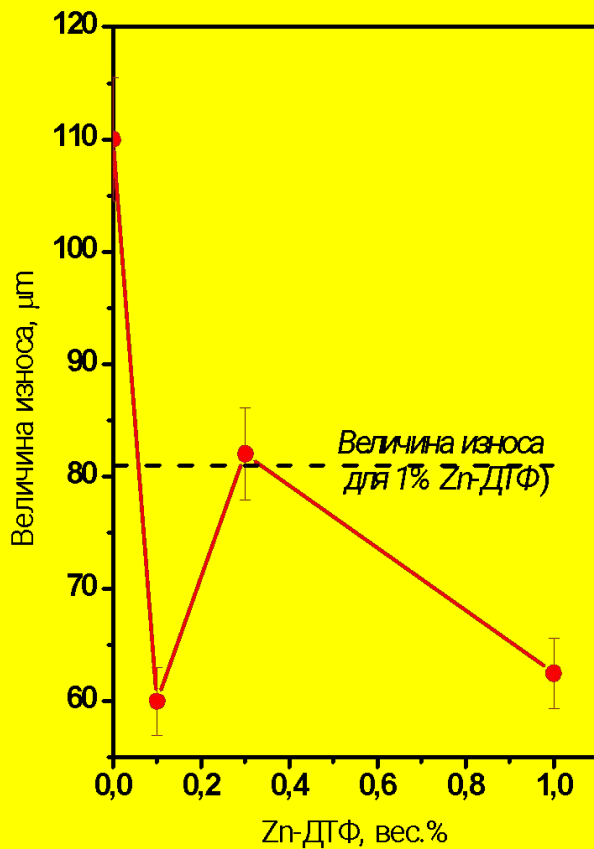
Трибология: данные SRV



ТРИБОЛОГИЯ: CAMERON PLINT

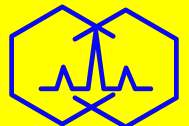


СИНЕРГИЗМ ДЕЙСТВИЯ НАНО-MoS₃ И ДИТИОФОСФАТА ЦИНКА



ВЫВОДЫ

- ✓ Рассмотрена роль серосодержащих соединений молибдена в качестве модификаторов трения
- ✓ Предложены и реализованы пути синтеза растворимых в углеводородных средах наночастиц сульфидов молибдена
- ✓ На их основе создан новый класс антифрикционных присадок к смазочным маслам
- ✓ Продемонстрирована важная роль наноразмерных структур в развитии химии смазочных материалов



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ !