

# БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА НА ТЕМУ:

**«ПОЛУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО СЛОЯ НА  
ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК,  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ  
ПЛАТИНЫ ДЛЯ ВОДОРОДНО–ВОЗДУШНЫХ  
ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»**

Студент: Дергунова К. В.

Группа: ФП-04-11

Научный руководитель: д.х.н., профессор Яштулов Н. А.

**Цель работы:** разработка каталитического слоя на основе углеродных нанотрубок «Таунит» с наночастицами платины

### **Задачи:**

- Получение наночастиц платины в растворах микроэмульсий
- Модификация углеродных нанотрубок «Таунит» наночастицами платины
- Определение размерных характеристик нанокомпозитов платины с нанотрубками
- Исследование функциональных характеристик нанокомпозитов на основе наночастиц платины на углеродных нанотрубках «Таунит».

# Исследование нанокомпозитных электродных материалов на основе наночастиц платины и углеродных нанотрубок

Методы анализа для оценки структуры и параметров наноккомпозитов:

- электронная микроскопия (ПЭМ и АСМ);
- рентгенофазовый анализ (РФА);
- циклическая вольтамперометрия (ЦВА)

# Основные характеристики углеродного наноматериала «Таунит»

| Характеристика                                               | Таунит            | Таунит МД         | Таунит М          |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Наружный диаметр, нм                                         | 20÷70             | 30÷80             | 8÷15              |
| Внутренний диаметр, нм                                       | 5÷10              | 103÷20            | 4÷8               |
| Длина, нм                                                    | 2 и более         | 20 и более        | 2 и более         |
| Общий объем примесей,<br>в т.ч. аморфный углерод,<br>%       | до 1,5<br>0,3÷0,5 | до 1,5<br>0,3÷0,5 | до 1,5<br>0,3÷0,5 |
| Насыпная плотность,<br>г/см <sup>3</sup>                     | 0,4÷0,6           | 0,03÷0,05         | 0,03÷0,05         |
| Удельная<br>геометрическая<br>поверхность, м <sup>2</sup> /г | 120-130 и более   | 180-200 и более   | 300-320 и более   |
| Термостабильность, °С                                        | до 600            | до 600            | до 600            |

# Обратные микроэмульсии

- Обратные микроэмульсии – это дисперсные системы, в которых дисперсная фаза представлена каплями воды (или другой полярной жидкости), распределенными в неполярной жидкой органической фазе.

# Обратные микроэмульсии

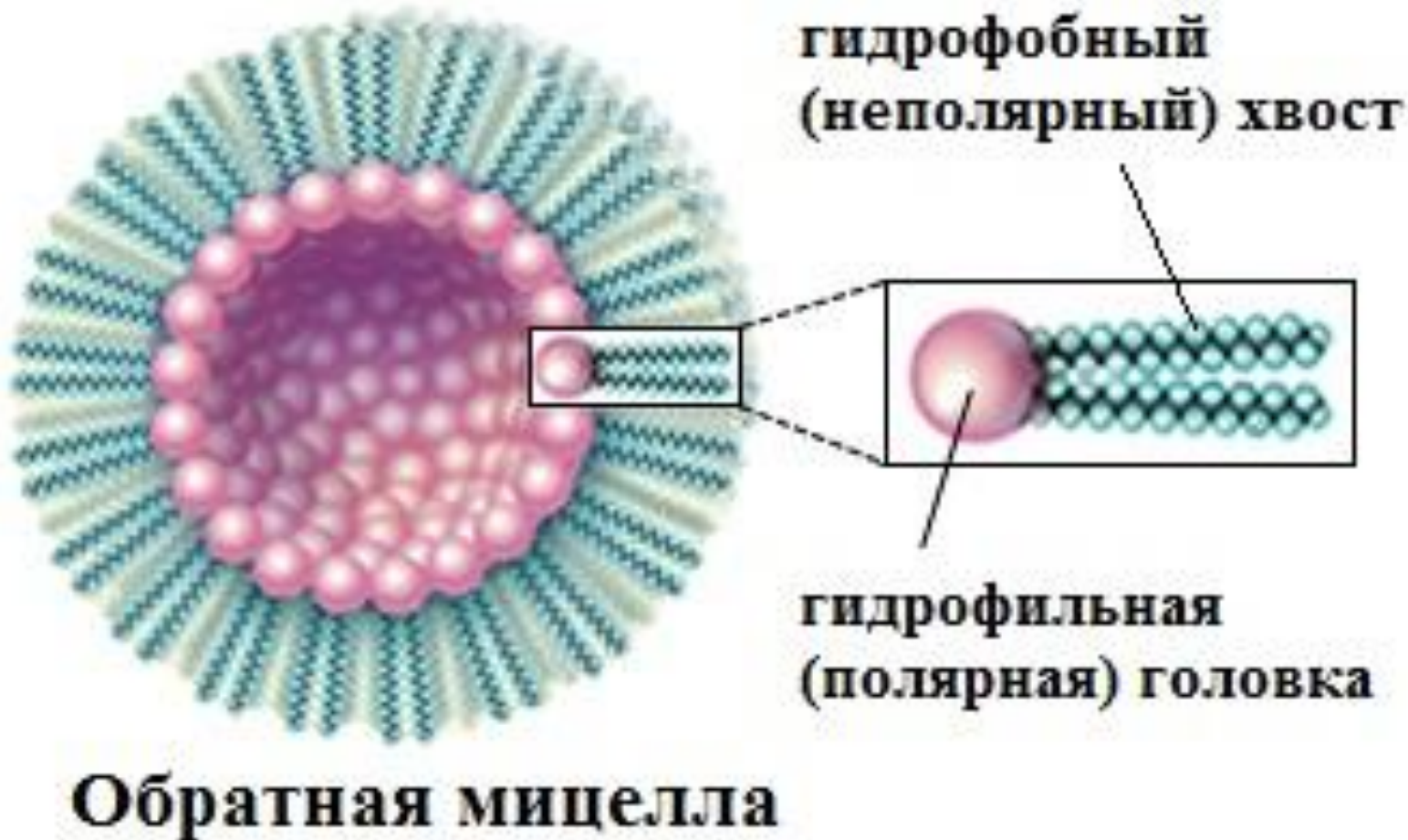
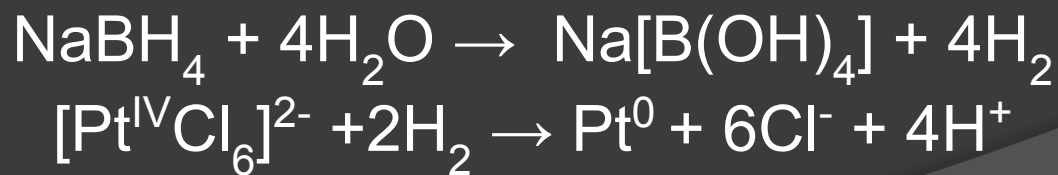


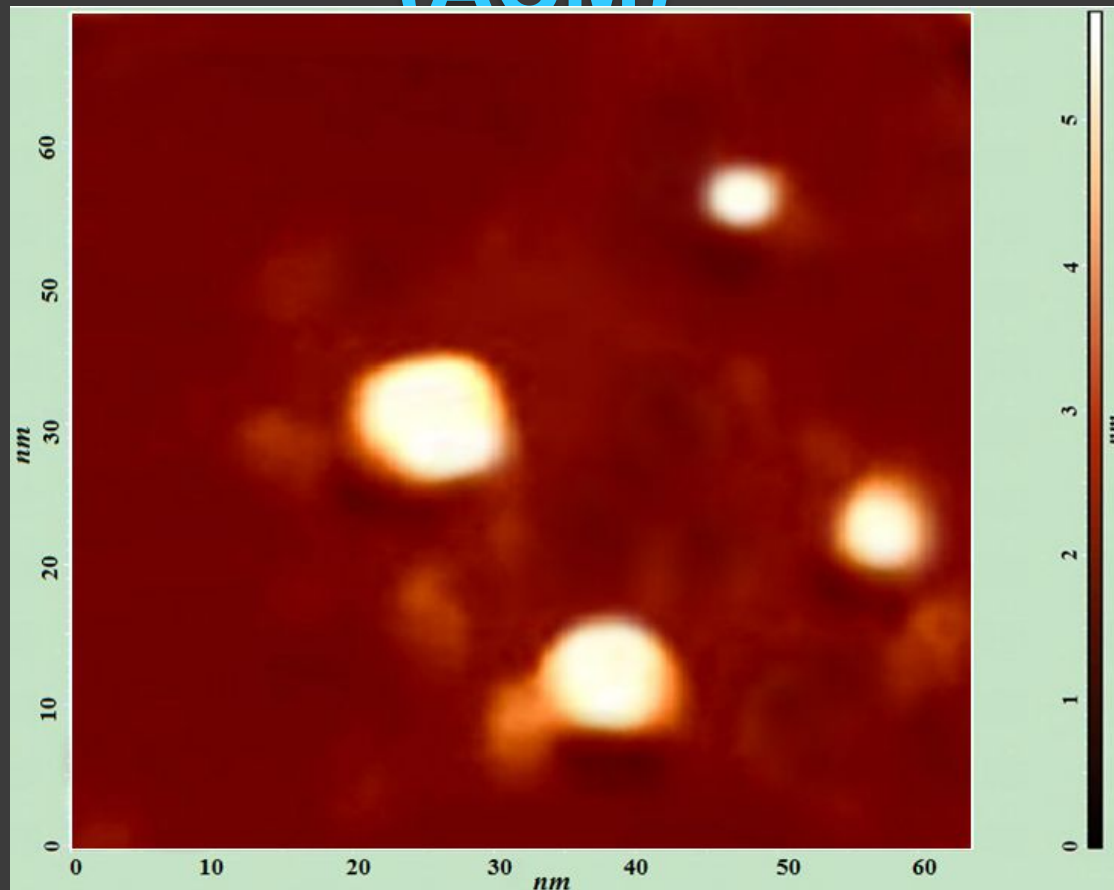
Рис. 1. Схематическое изображение обратной мицеллы

# Механизм получения наночастиц в микроэмульсиях

Гексахлороплатиновая кислота  $\text{H}_2\text{PtCl}_6$  растворяется в микрокаплях воды микроэмульсии. Восстановление до металлической платины осуществляется при смешении этой микроэмульсии с другой, содержащей восстановитель – борогидрид натрия  $\text{NaBH}_4$ , также растворенный в микрокаплях микроэмульсии. Ниже приведена реакция восстановления платины с помощью борогидрида натрия:



# Электронная микроскопия (АСМ)

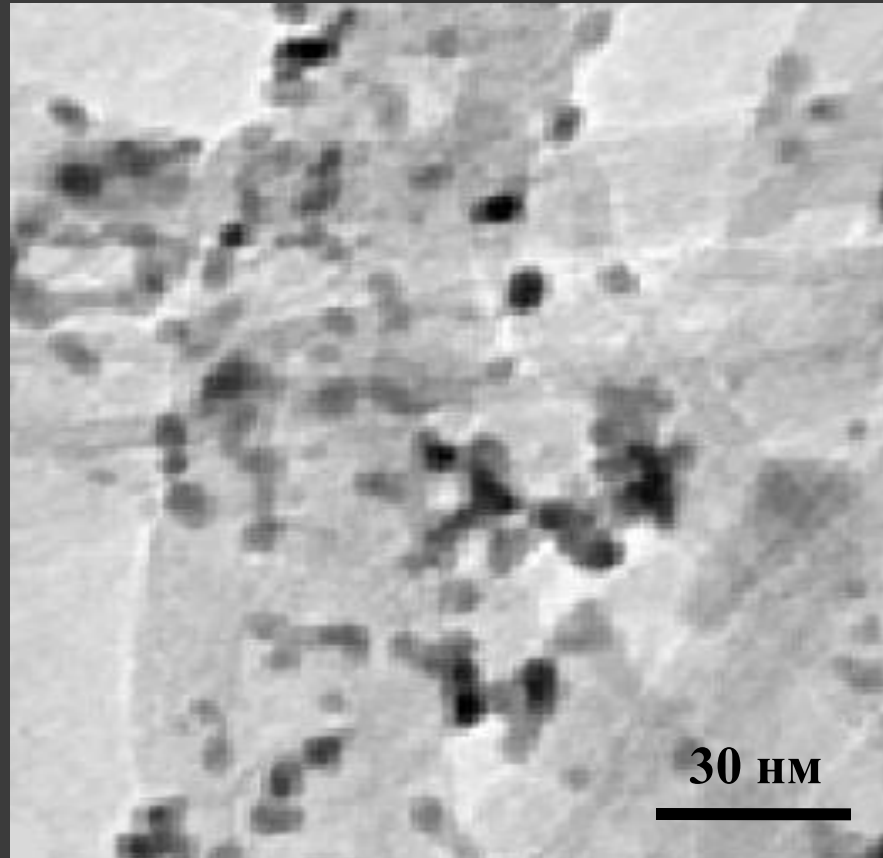


*Рис. 2. АСМ изображения обратно-мицеллярных растворов с наночастицами Pt при  $\omega = 8$*

# Нанесение наночастиц платины на углеродный носитель

Для получения катализатора необходимо перенести эти частицы на твердый носитель, в качестве которого был использован углеродный наноматериал «Таунит». Перенос осуществляют при добавлении в систему растворителя, в котором растворяется ПАВ и с которым смешиваются обе жидкие фазы. Затем ПАВ удаляют с поверхности частичек платины, и под действием сил гравитации частицы осаждаются на твердой поверхности.

# Электронная микроскопия (ПЭМ)



*Рис. 3. ПЭМ-изображения наночастиц Pt на углеродных нанотрубках.*

# Рентгенофазовый анализ (РФА)

Интенсивность

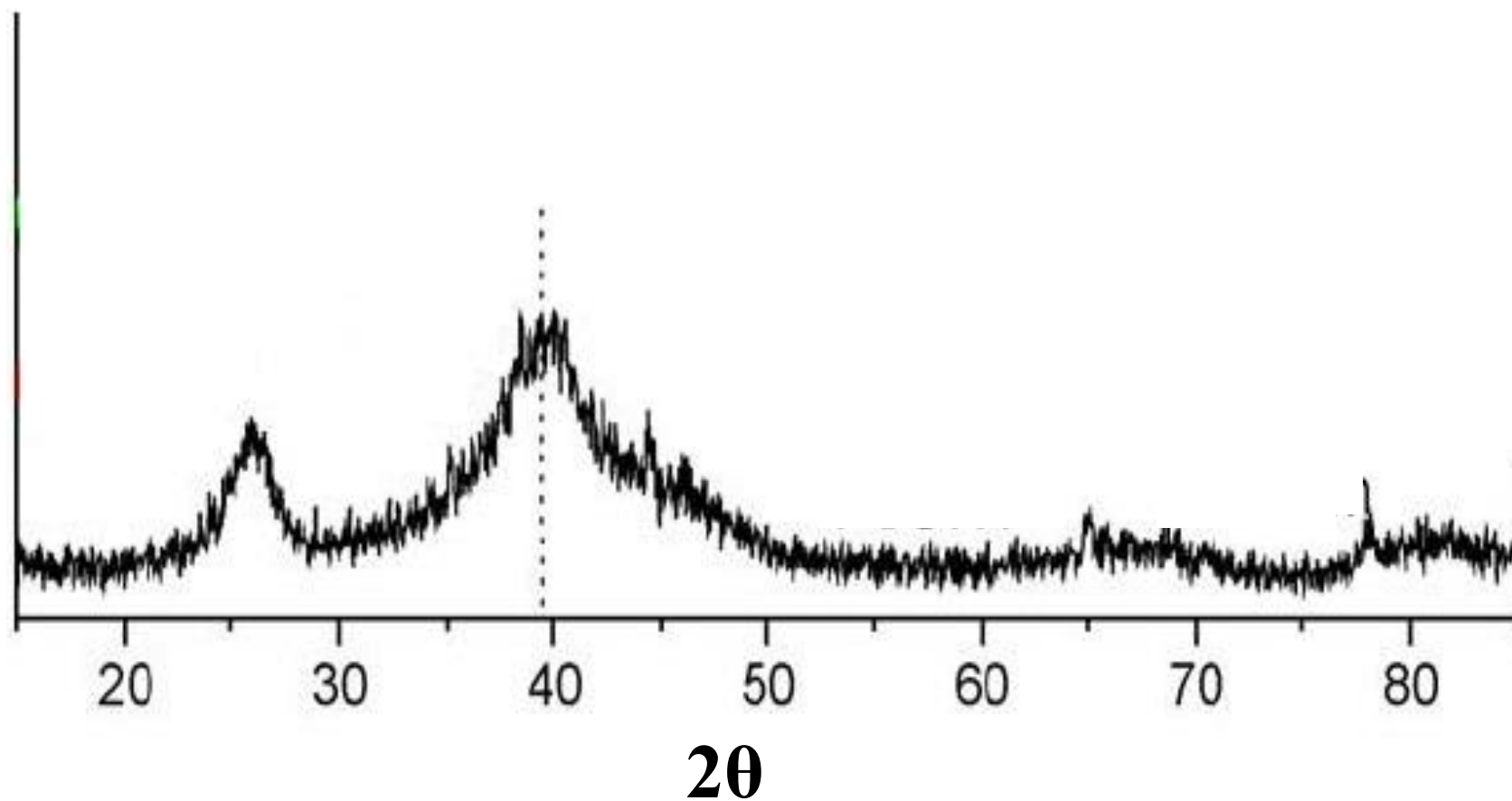


Рис. 4. Дифрактограмма катализатора Pt/УНТ.

# Циклическая вольтамперометрия (ЦВА)

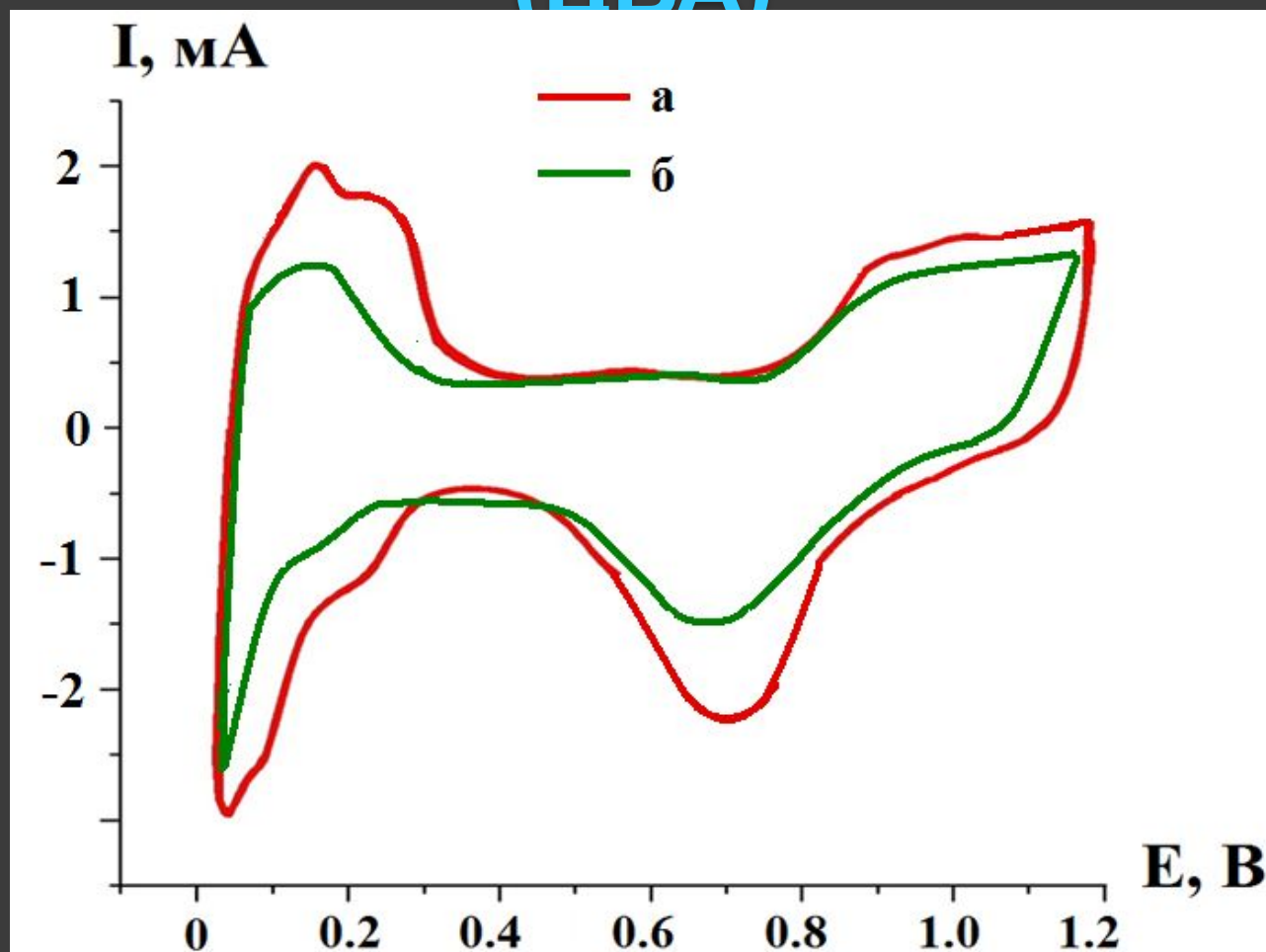


Рис.5. Циклическая вольтамперограмма Pt/C электрода в 0,5 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  при скорости развертки  $20 \text{ мВ} \cdot \text{с}^{-1}$  ( $m_s = 0.12 \text{ мг/см}^2$ ,  $\omega = 8$ ):  
а – Pt/XC-72, б – Pt/Таунит

# Выводы по работе:

- Методом химического восстановления синтезированы наночастицы платины в растворах микроэмульсий
- Получен каталитический слой с наночастицами платины на УНТ «Таунит»
- В результате исследования нанокомпозитов методами электронной микроскопии (АСМ и ПЭМ), рентгенофазового анализа и циклической вольтамперометрии были предложены условия формирования электродных материалов на углеродных матрицах-подложках (тип УНТ - «Таунит», метод синтеза, соотношение вода/ПАВ ( $\omega = 8$ ))
- Сделан вывод о необходимости совершенствования методов получения и стабилизации наночастиц на углеродных носителях для создания топливных элементов с повышенными удельными характеристиками.

**Спасибо за внимание!**