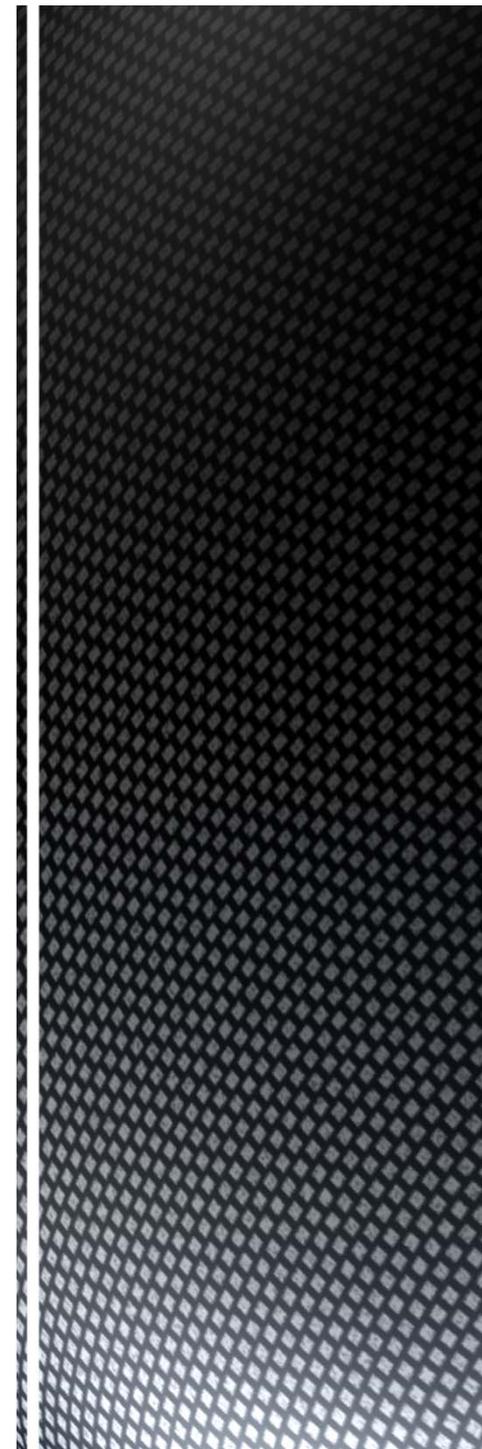


МГУ имени М.В. Ломоносова

**Электрохимическое
наноструктурирование:
текущие задачи и перспективы**

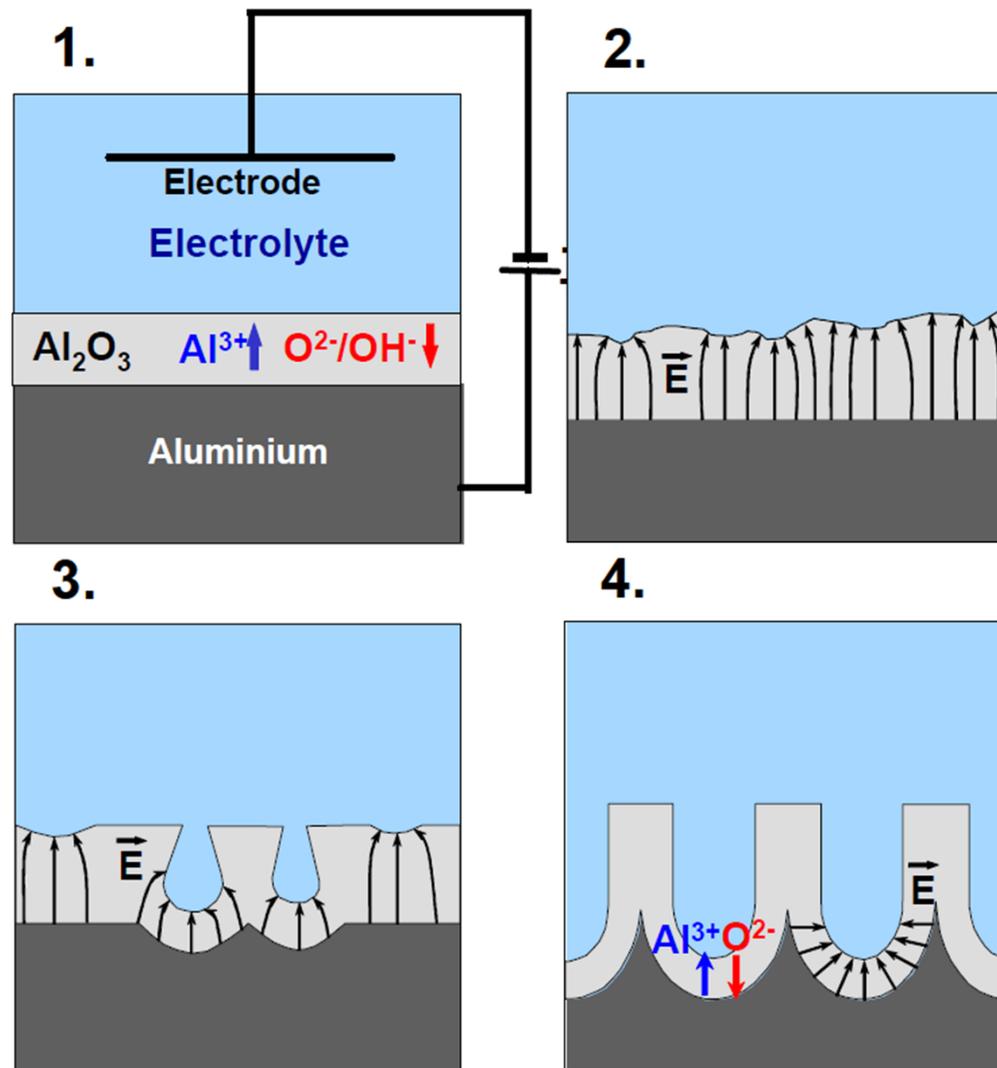
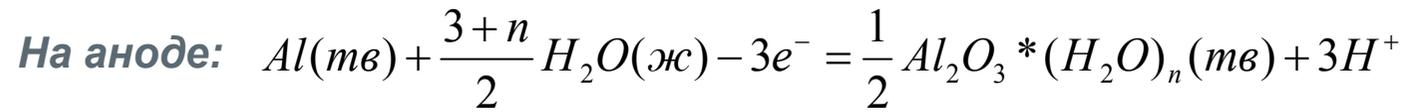
Кирилл С. Напольский



План доклада

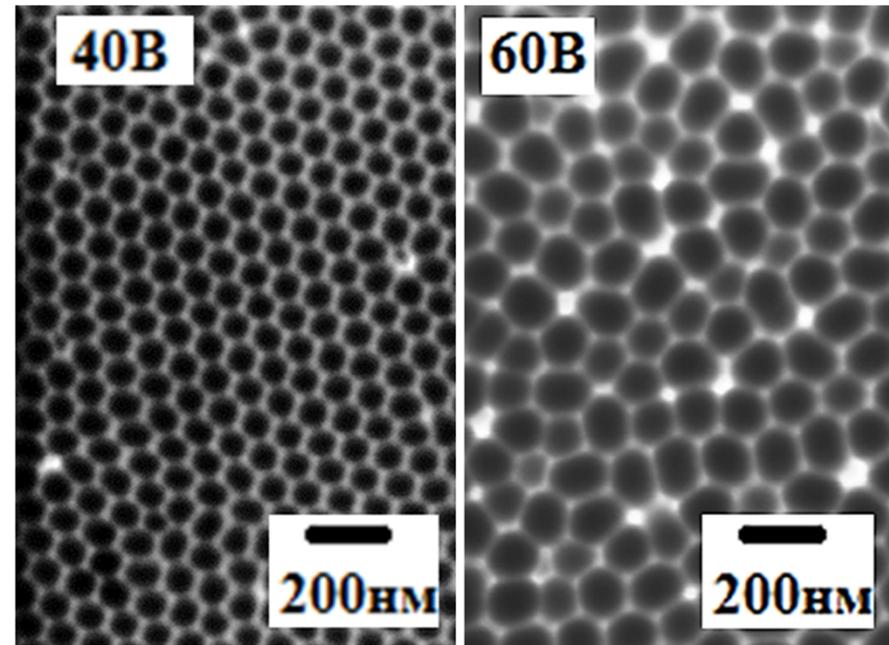
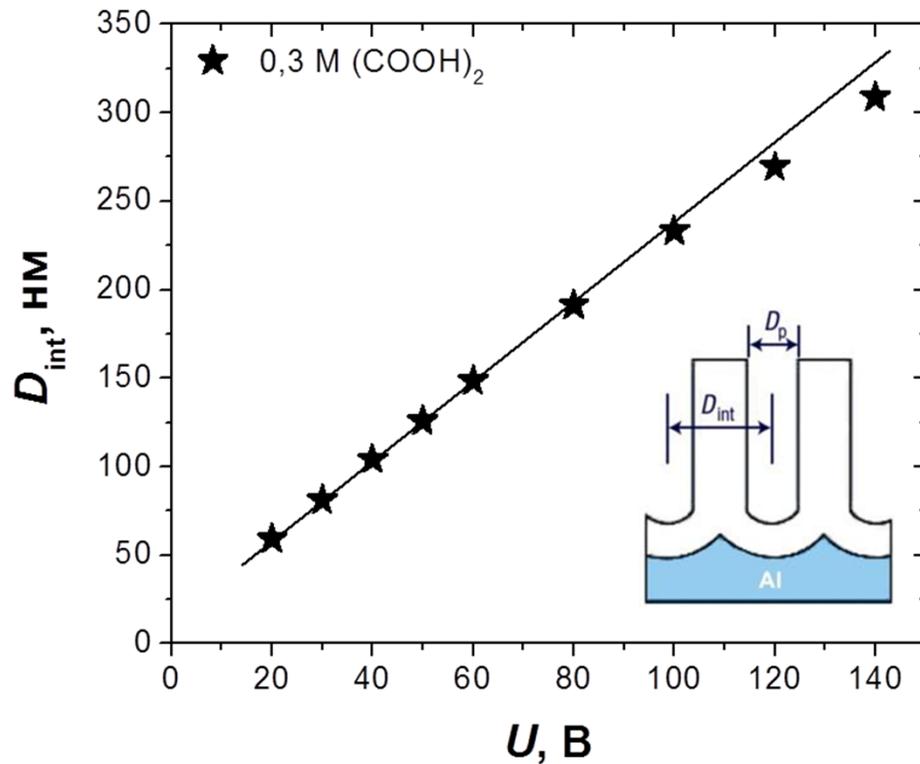
1. Упорядочение пористой структуры пленок анодного оксида алюминия
2. Темплатное электроосаждение нитевидных наноструктур
3. Электроосаждение металлов в присутствии высокоэнергетического излучения

Образование пористой структуры



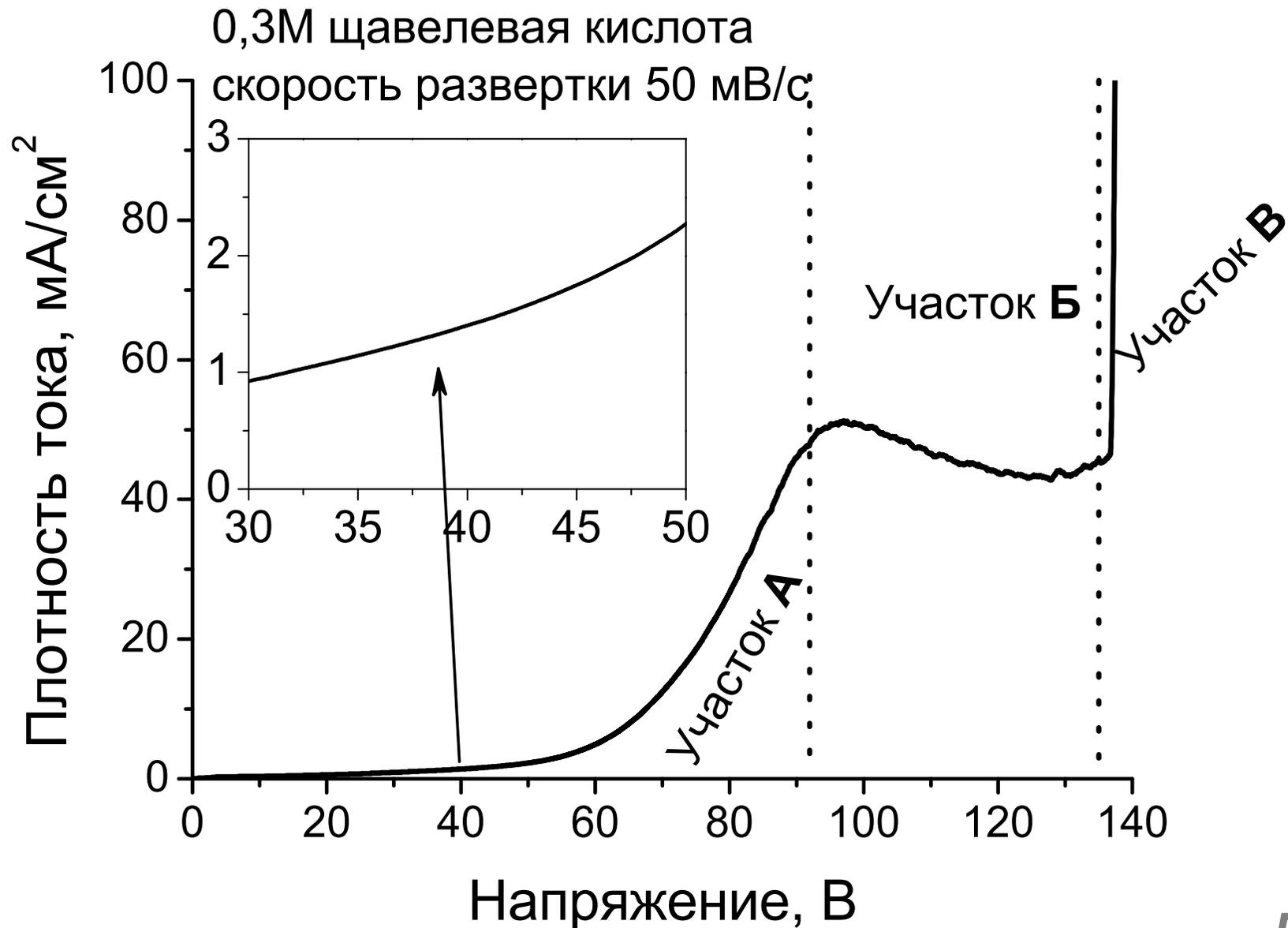
Влияние условий анодирования

Электролит: 0,3 М $(\text{COOH})_2$

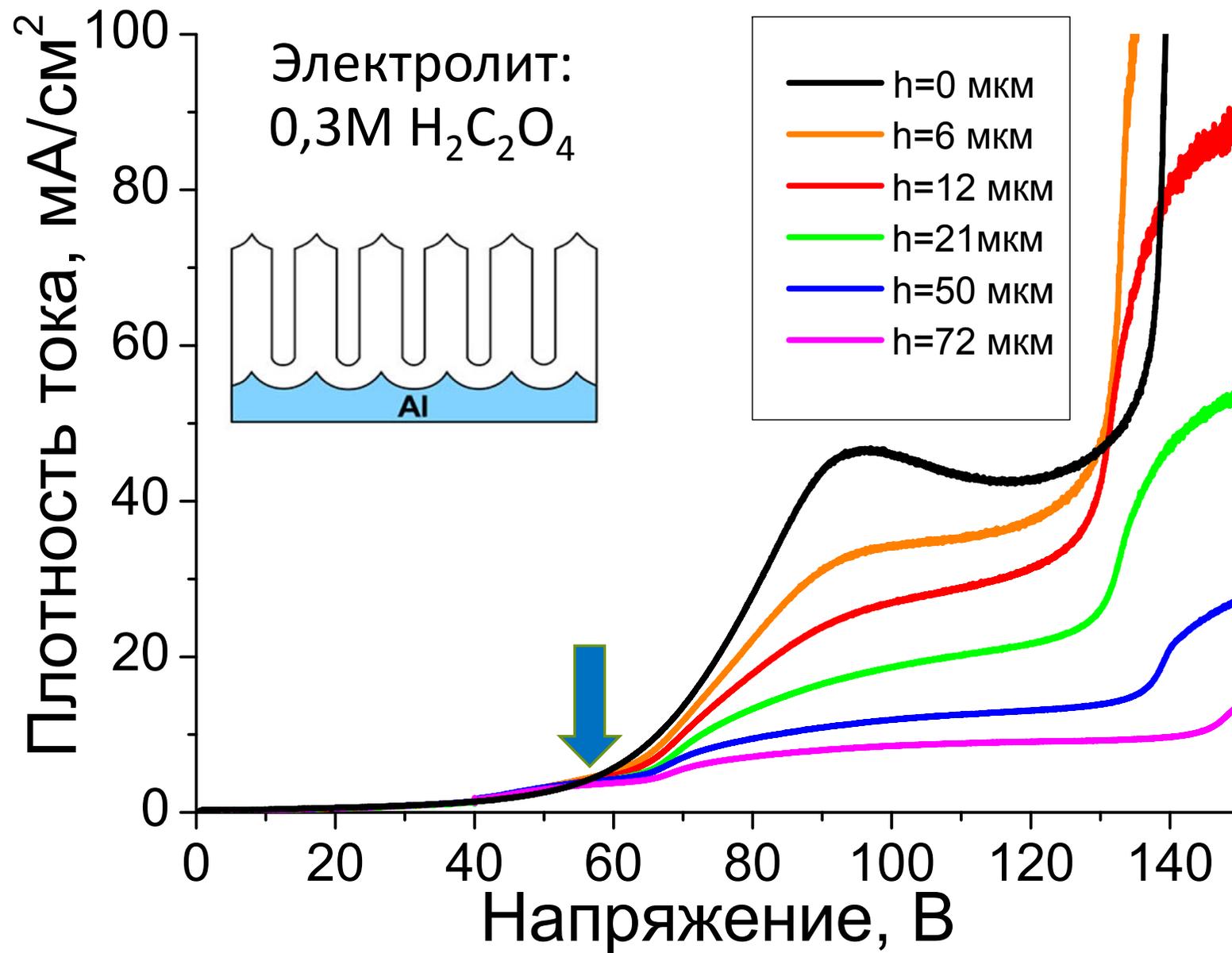


Упорядоченная пористая структура формируется лишь в узких диапазонах условий анодирования

Линейная вольтамперометрия



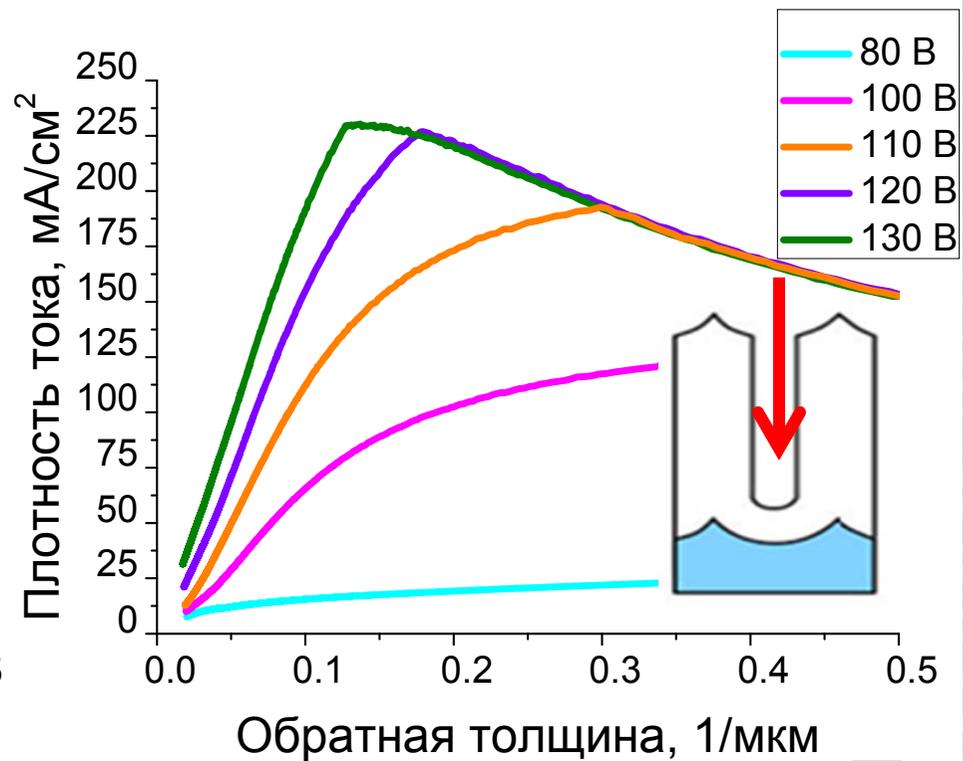
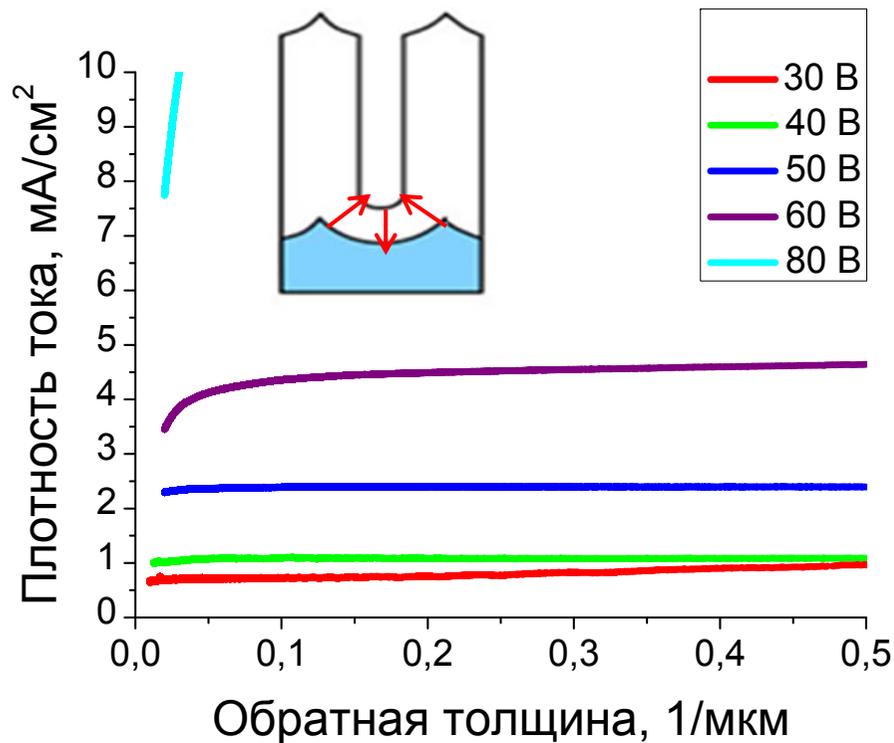
Линейная вольтамперометрия



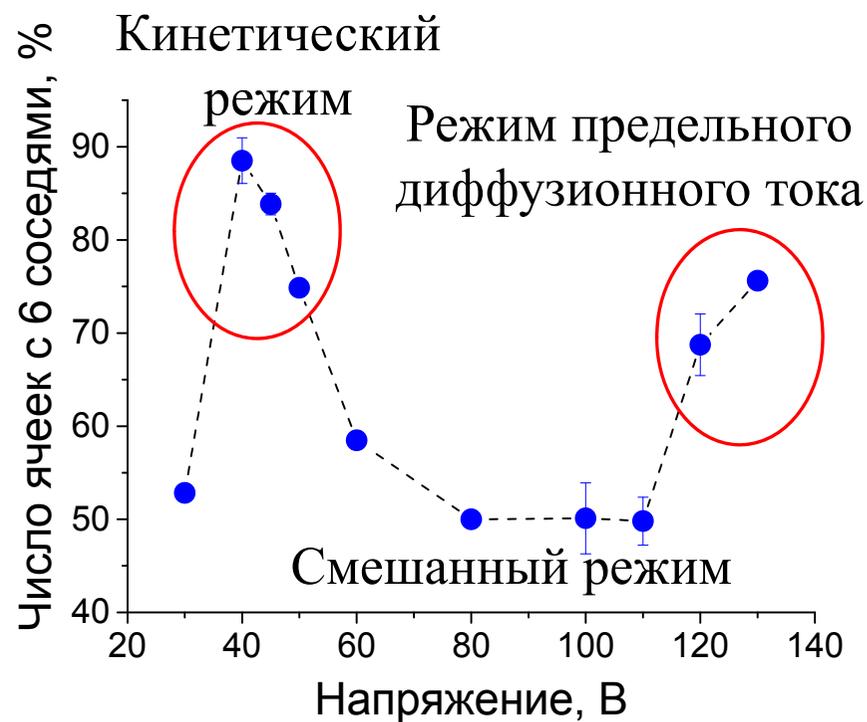
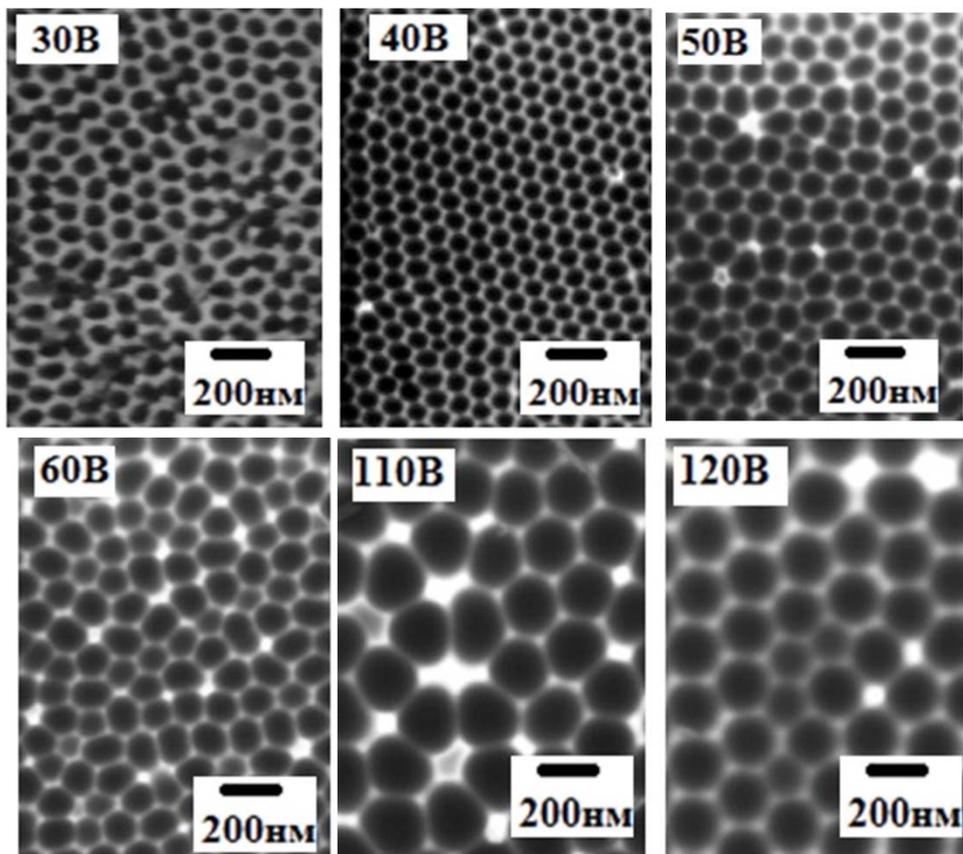
Хроноамперометрия

$$J = -pD \frac{\partial C(x)}{\partial x} - \frac{zFp}{RT} DC(x) \frac{\partial V(x)}{\partial x} + pC(x)v(x); \quad (0 \leq x \leq H).$$

$$C(x) = C(0) + \frac{[C(H) - C(0)]x}{H} \quad \rightarrow \quad j_D = |zFJ| = \frac{zpFDC_0}{H}.$$

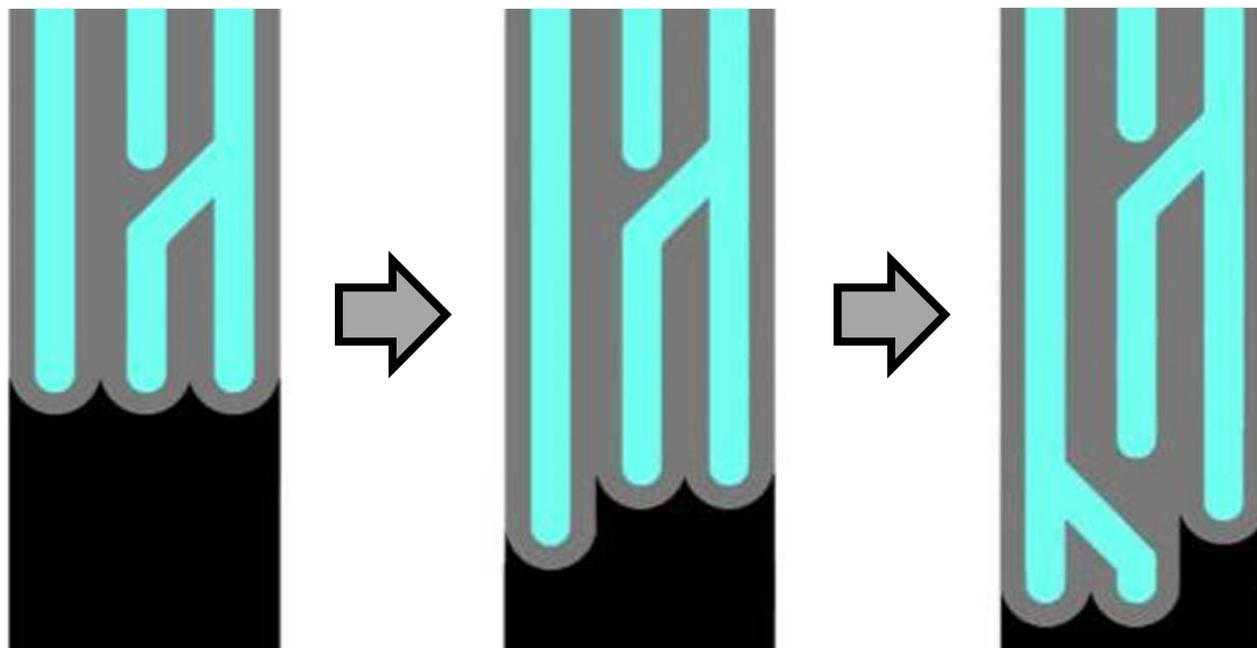


Морфология оксидных пленок



Рост оксидной пленки в кинетическом режиме или режиме предельного диффузионного тока является необходимым условием для формирования гексагональной упаковки каналов в плоскости образца

Нарушение регулярной структуры



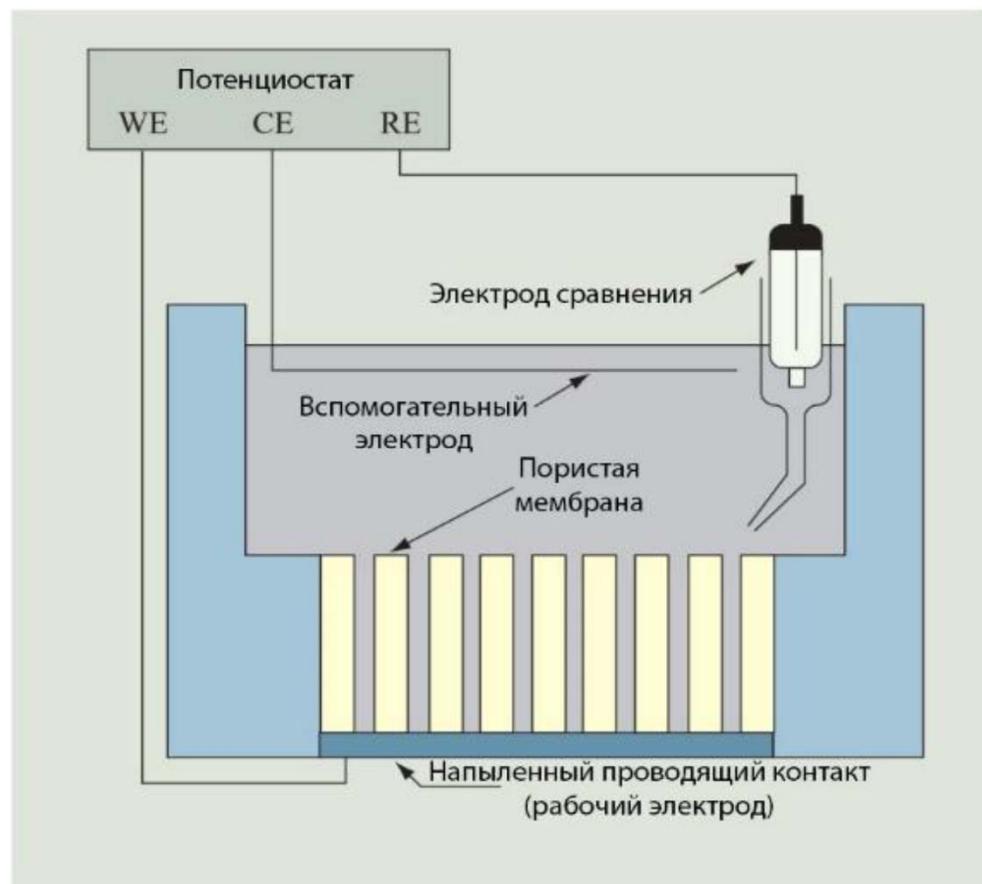
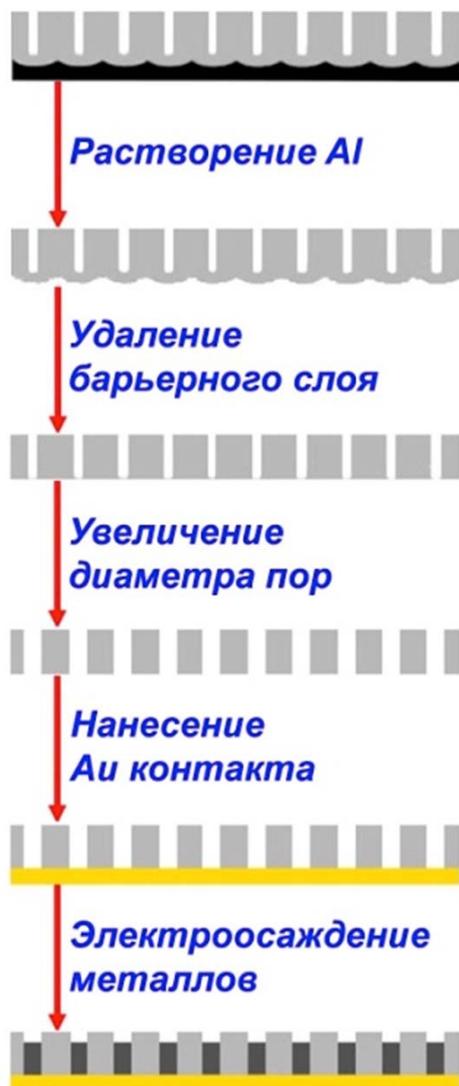
*Планы:
проверка предложенного механизма упорядочения для других электролитов*

План доклада

1. Упорядочение пористой структуры пленок анодного оксида алюминия
2. Темплатное электроосаждение нитевидных наноструктур
3. Электроосаждение металлов в присутствии высокоэнергетического излучения

Темплатное электроосаждение

Cr, Fe, Co, Ni, Fe_{1-x}Ni_x, Cu, Zn, Rh, Pd, Ag, Cd, Pt, Pt-Ru, Pb, Bi

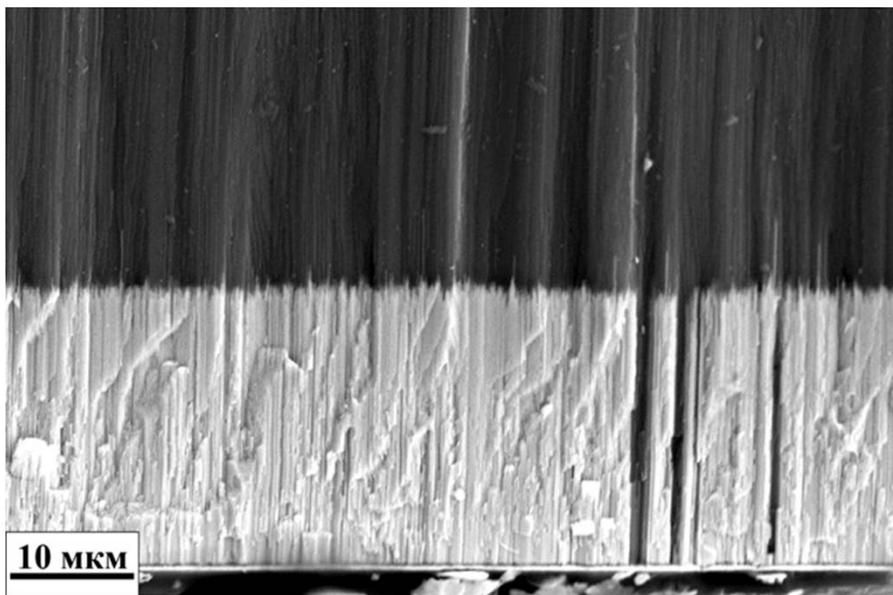


Предпочтительно использование 3-х электродной конфигурации и потенциостатических режимов осаждения

Электрокристаллизация металлов

0,01M Na₂PtCl₆, 0,02M HCl

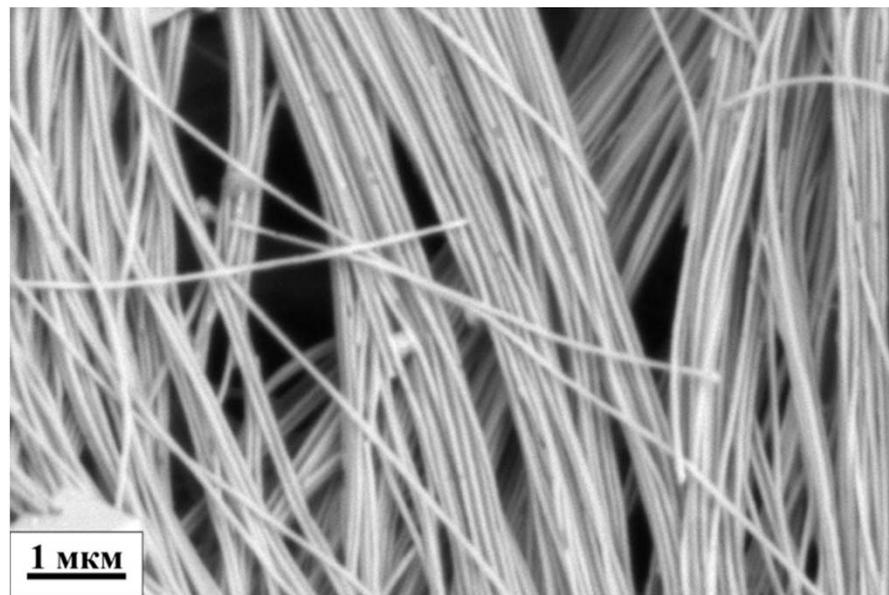
E_d(Pt) = 0,1 В отн. Ag/AgCl



$$L \sim Q$$

0,3M CoSO₄ + 0,2M H₃BO₃

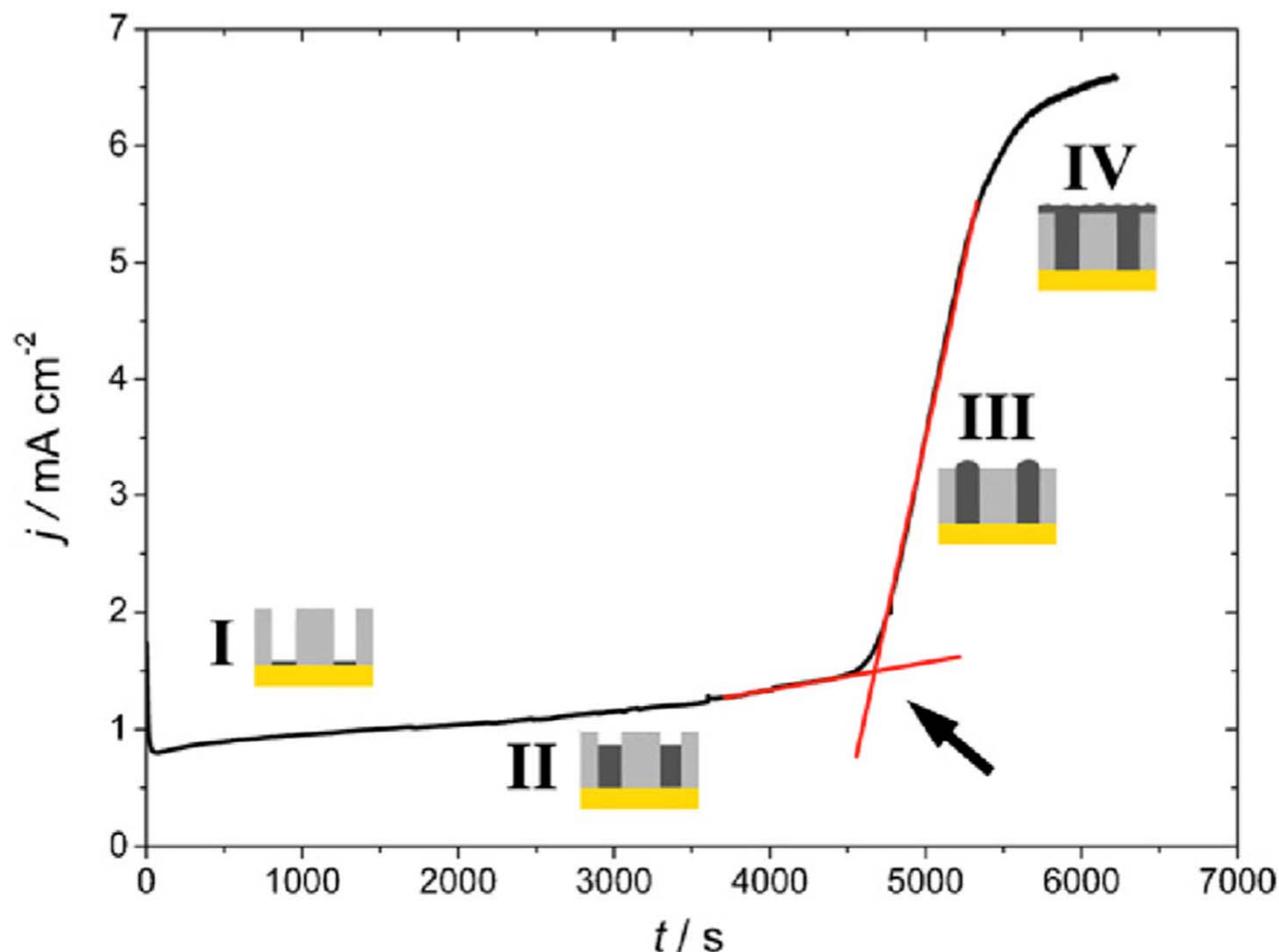
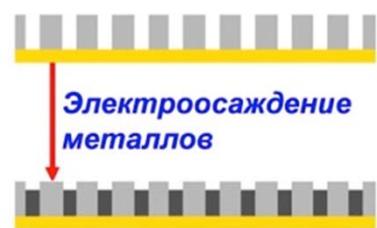
E_d(Co) = -0,9 В отн. Ag/AgCl



$$D \approx D_p$$

Выбор рациональных условий осаждения позволяет получать нитевидные наноструктуры одинаковой длины и диаметра

Темплатное электроосаждение



**Зависимость $j(t)$ характеризует кинетику заполнения матрицы
Теоретические модели находятся в стадии разработки**

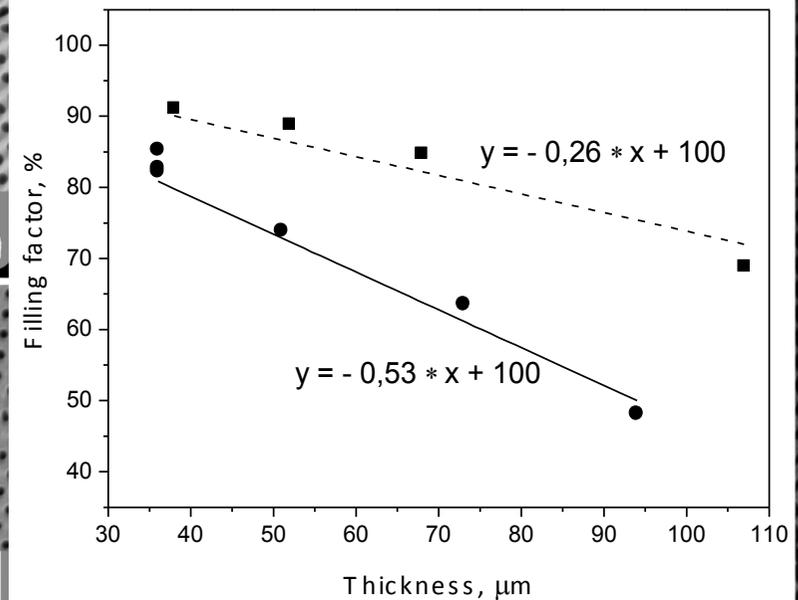
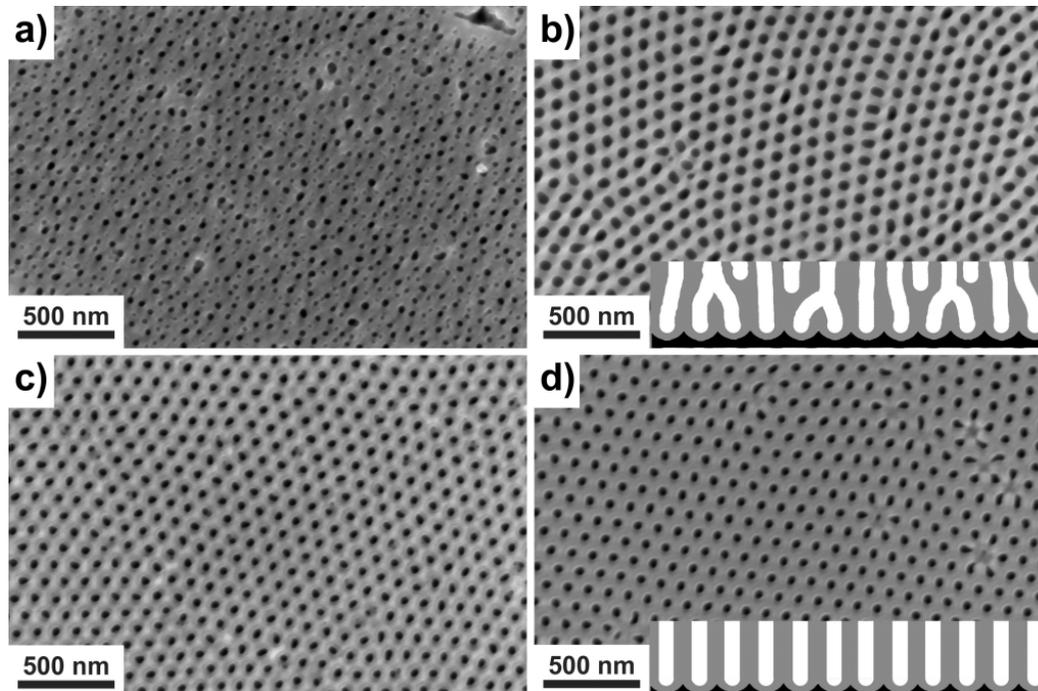
S. Valizadeh, J.M. George, P. Leisner, L. Hultman // Electrochimica Acta 47 (2001) 865

A. Ghahremaninezhada, A. Dolati // ECS Transactions 28 (2010) 13

D.A. Bograchev, V.M. Volgin, A.D. Davydov // Electrochimica Acta 96 (2013) 1

S. Blanco, R. Vargas, J. Mostany, C. Borrás, B.R. Scharifker // J. Electrochemical Society, 161 (2014) E3341

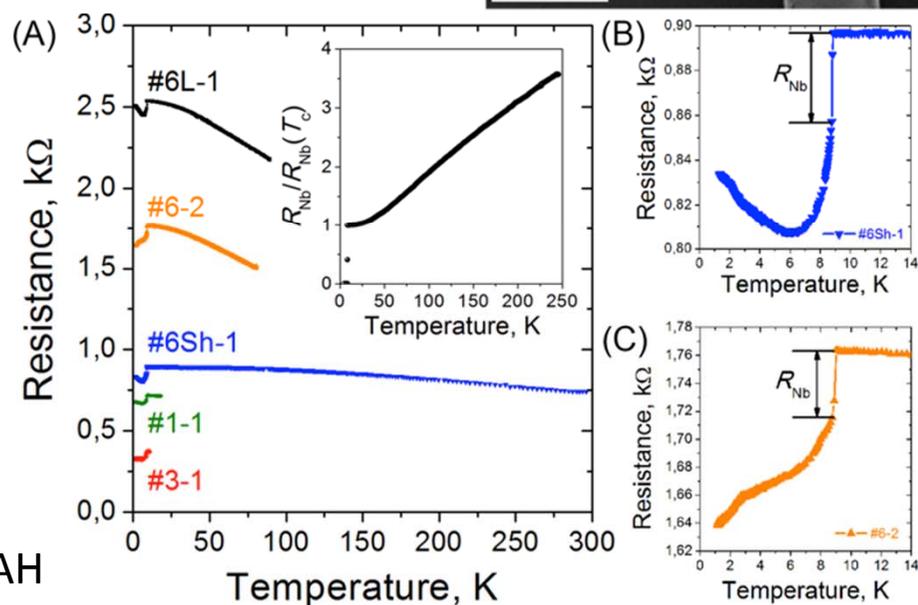
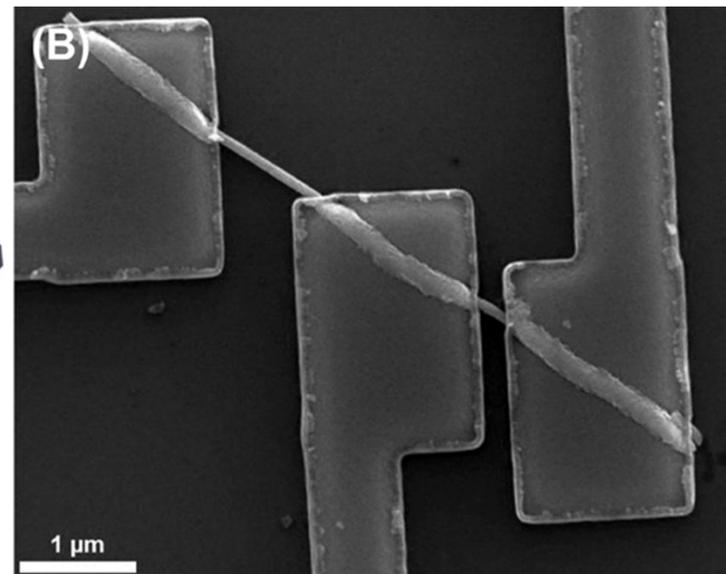
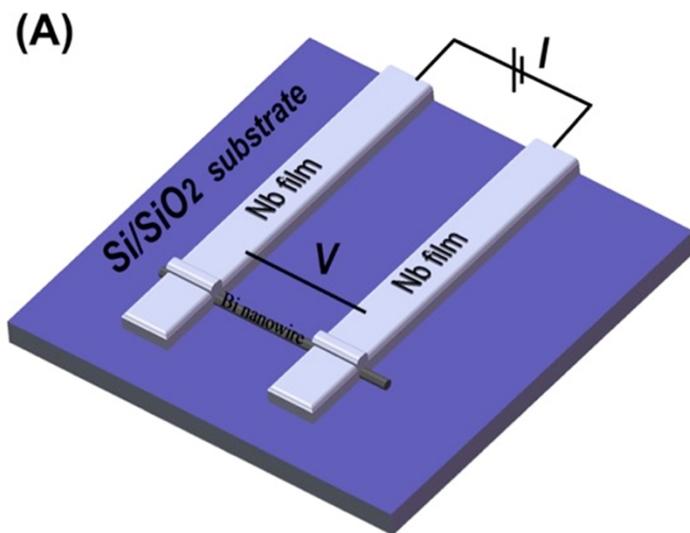
Темплатное электроосаждение



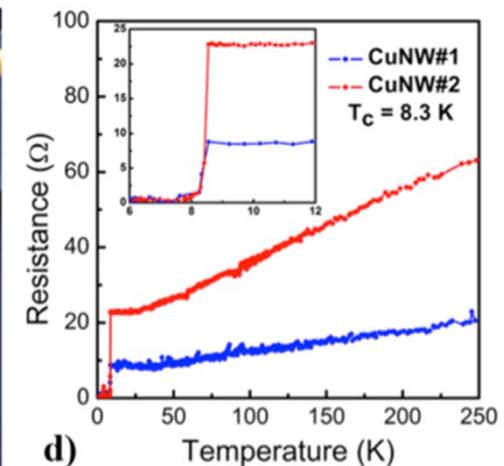
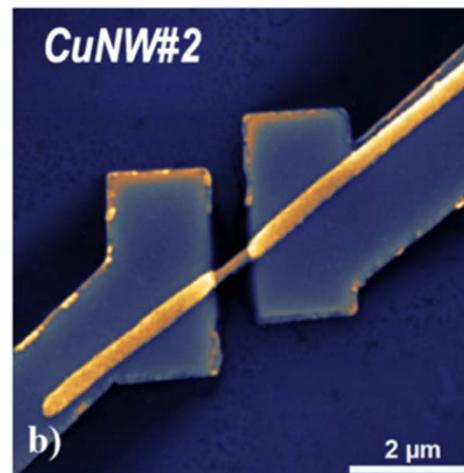
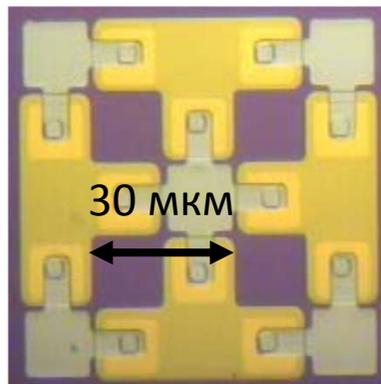
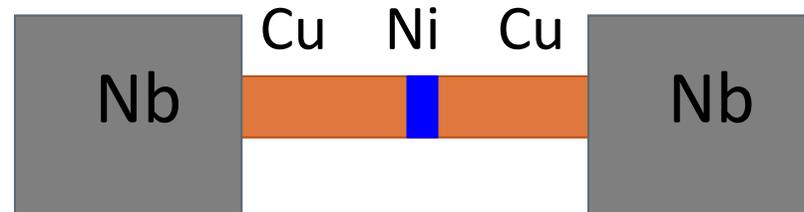
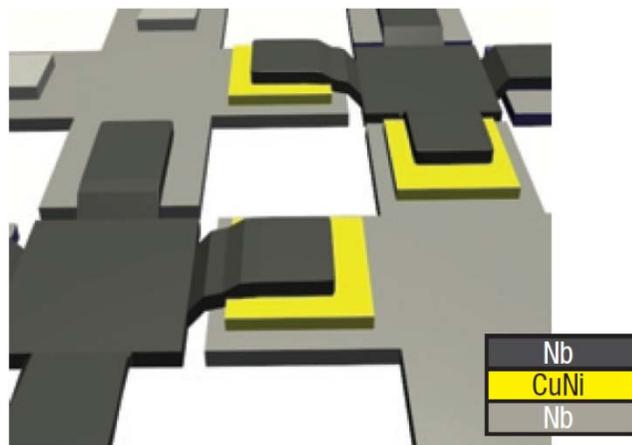
Планы:

Изучение влияния степени упорядоченности пористой структуры матрицы анодного оксида алюминия на однородность и полноту ее заполнения металлом при темплатном электроосаждении

Электронный транспорт через единичные нанонити Вi



Электронный транспорт через единичные нанонити



π-контакты

[S.M. Frolov et. al. // Nature Physics 4 (2008) 32]

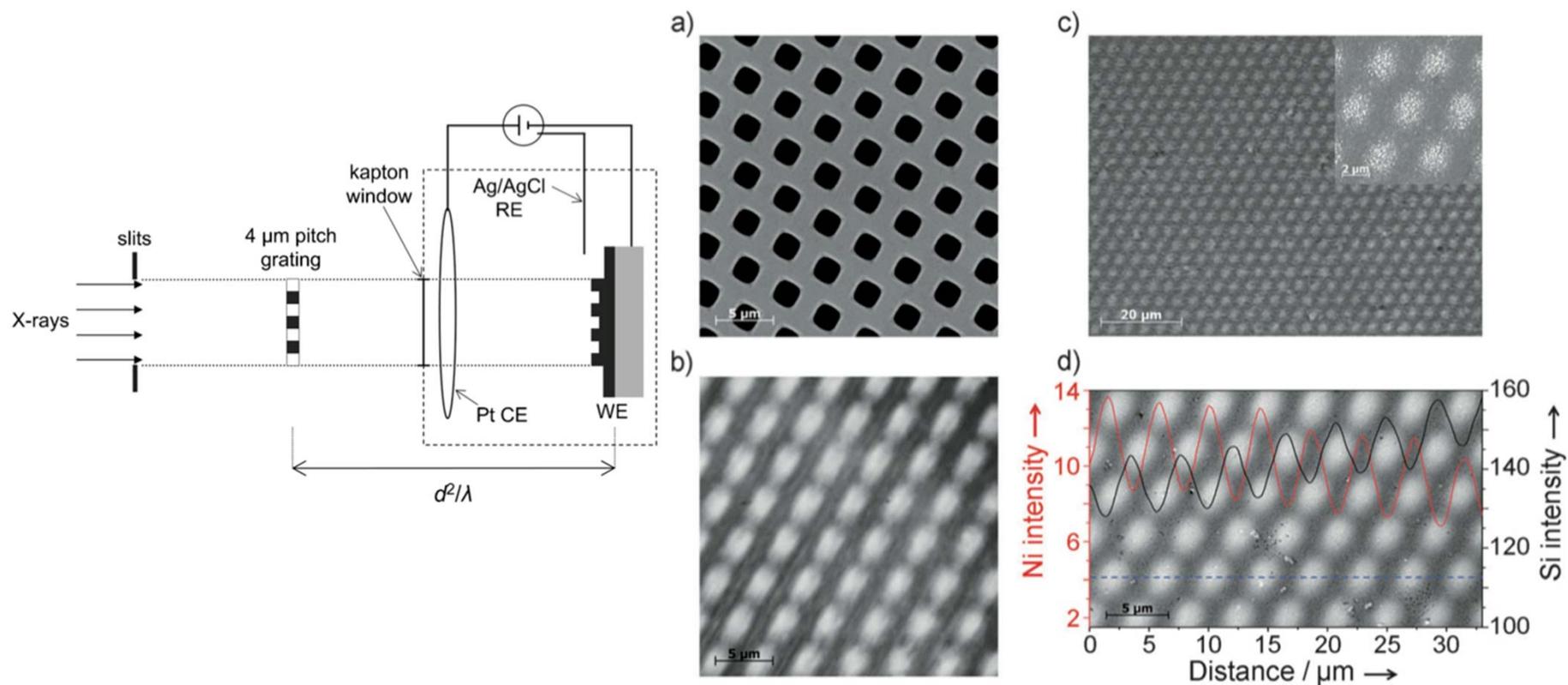
Планы:

Создание π-контакта на основе единичной нанонити

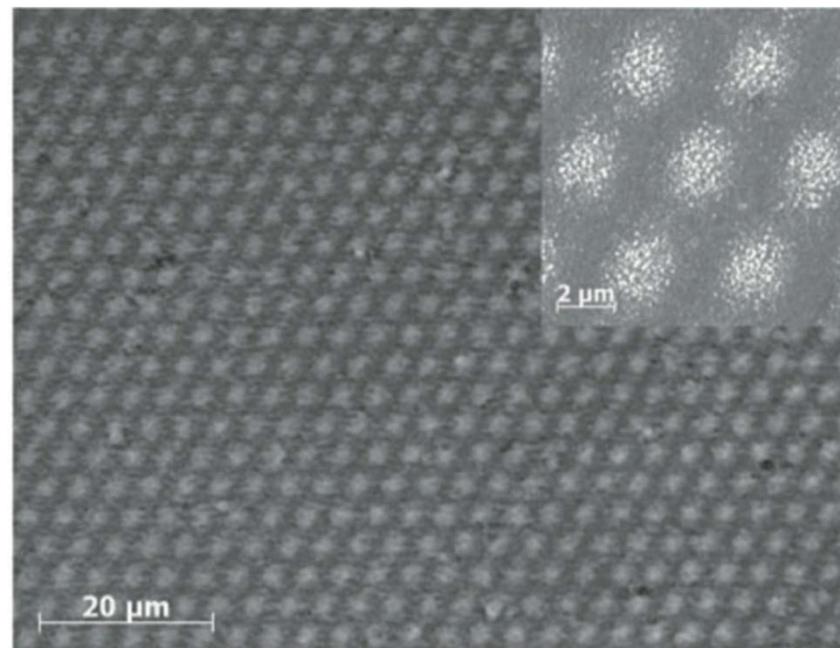
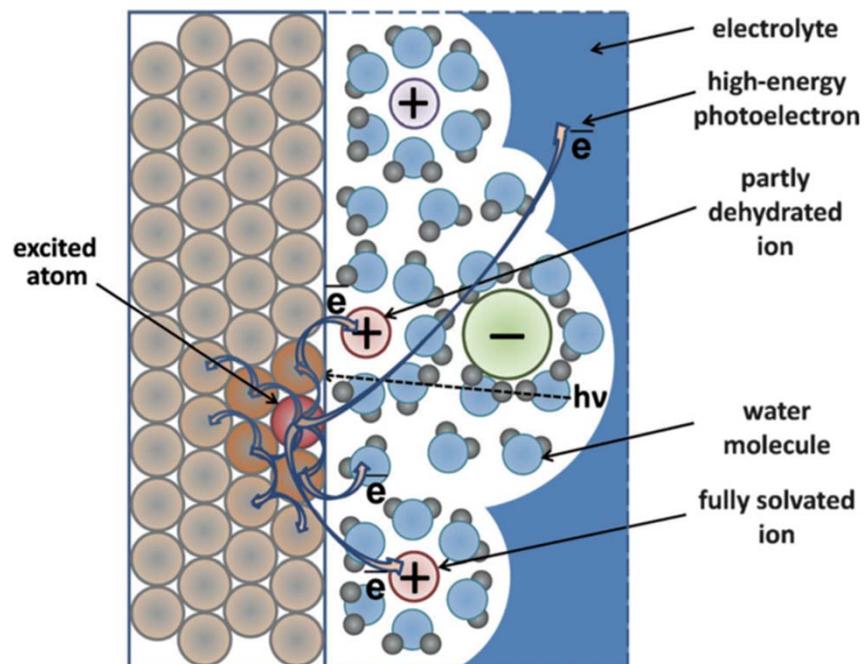
План доклада

1. Упорядочение пористой структуры пленок анодного оксида алюминия
2. Темплатное электроосаждение нитевидных наноструктур
3. Электроосаждение металлов в присутствии высокоэнергетического излучения

Электрокристаллизация в присутствии рентгеновского излучения



Электрокристаллизация в присутствии рентгеновского излучения



A.A. Eliseev, et al. // Angew. Chem. Int. Ed. 2012, 51, 11602 –11605

Планы:

Уточнение механизма протекающих процессов

Команда

МГУ имени М.В. Ломоносова

М.В. Яковлев (1 курс ФНМ)

А.И. Садыков (2 курс ХФ)

С.В. Сотничук (2 курс ФНМ)

Е.О. Гордеева (2 курс ФНМ)

О.С. Воронин (3 курс ФНМ)

А.П. Леонтьев (4 курс ФНМ)

А.С. Гончарова (асп. 1 г.о. ФНМ)

И.В. Росляков (к.х.н.)

Д.И. Петухов (к.х.н.)

О.А. Брылёв (к.х.н.)

А.А. Елисеев (к.х.н.)

Э.Е. Левин

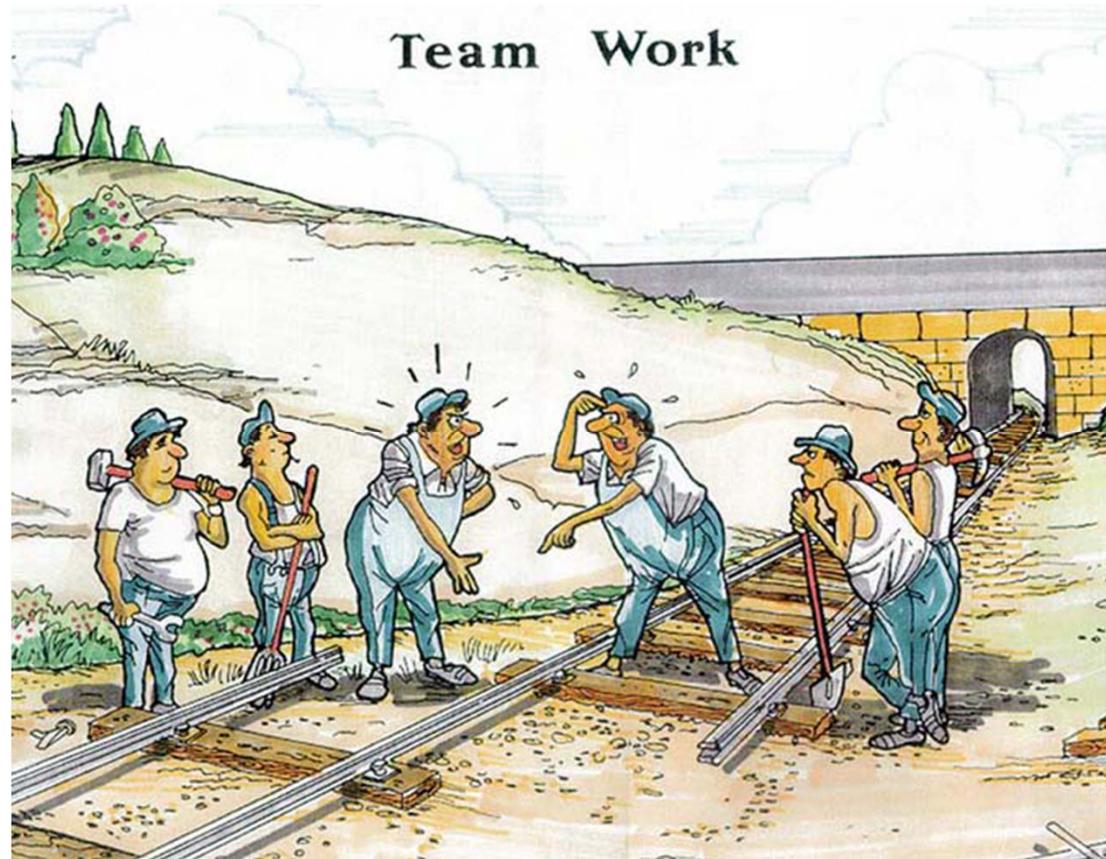
Г.А. Цирлина (д.х.н., проф.)

ИФТТ РАН

О.В. Скрыбина (асп.)

В.С. Столяров (к.ф.-м.н.)

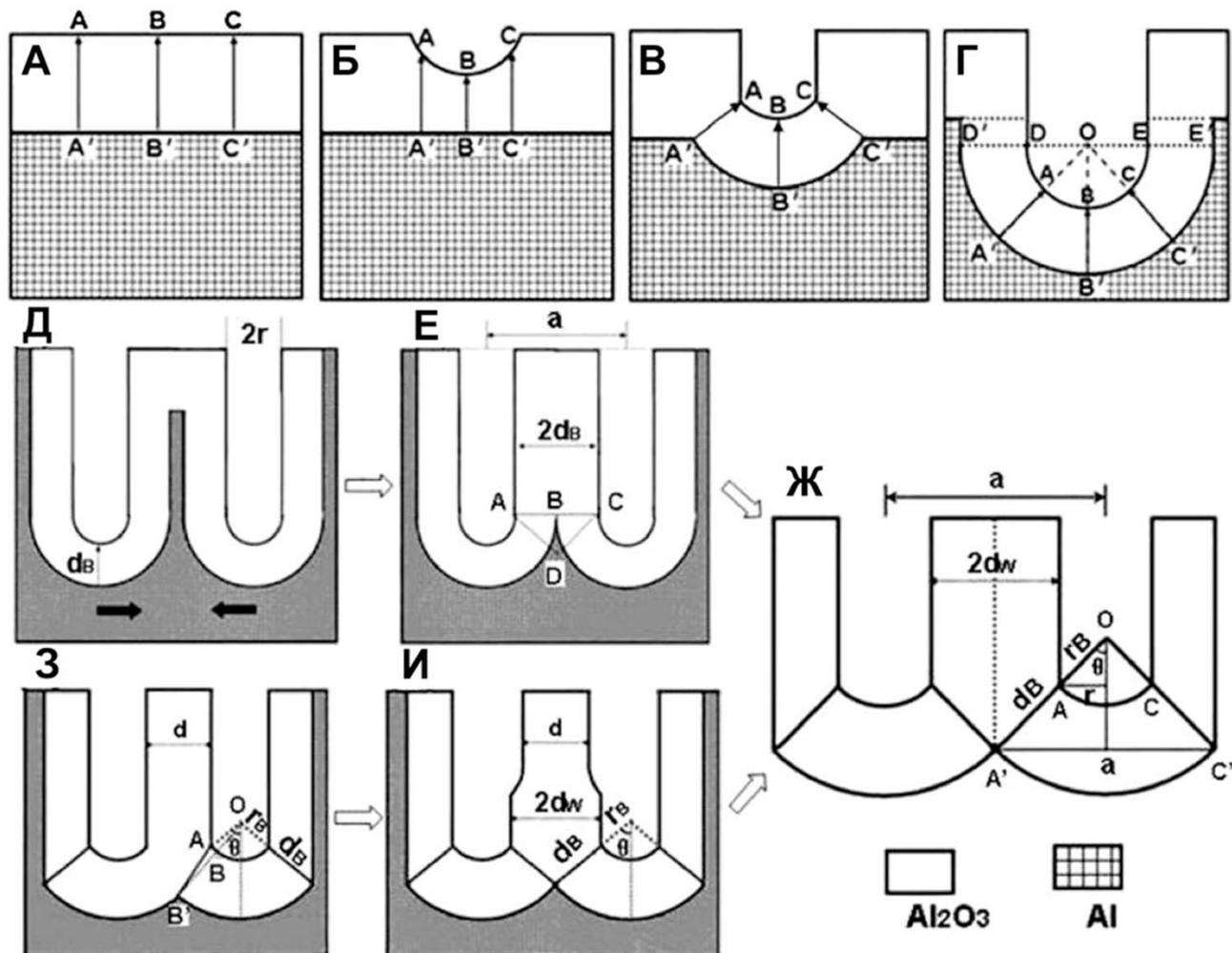
В.В. Рязанов (д.ф.-м.н., проф.)



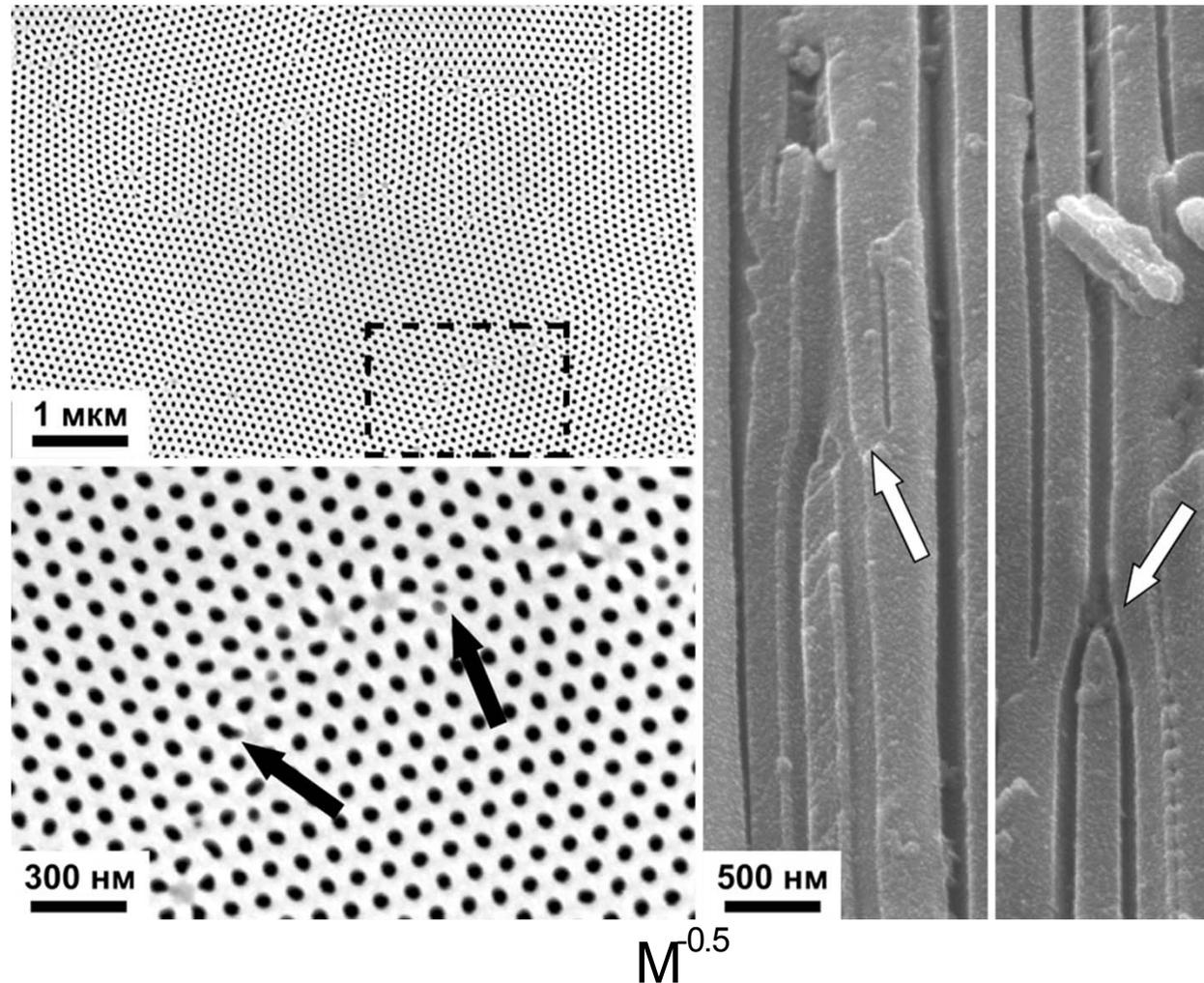
Спасибо за внимание!



Саморегулирование расстояния между порами

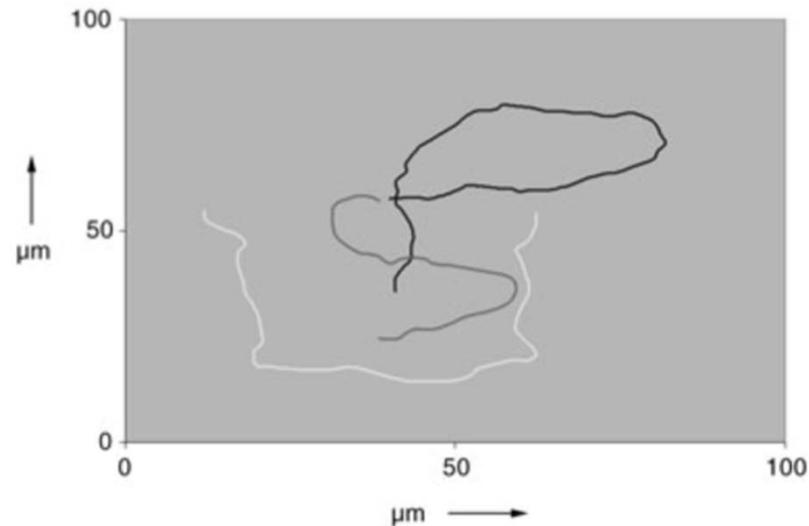
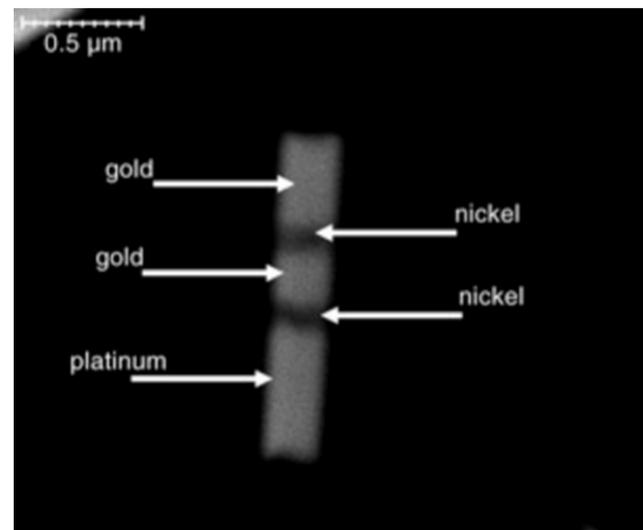
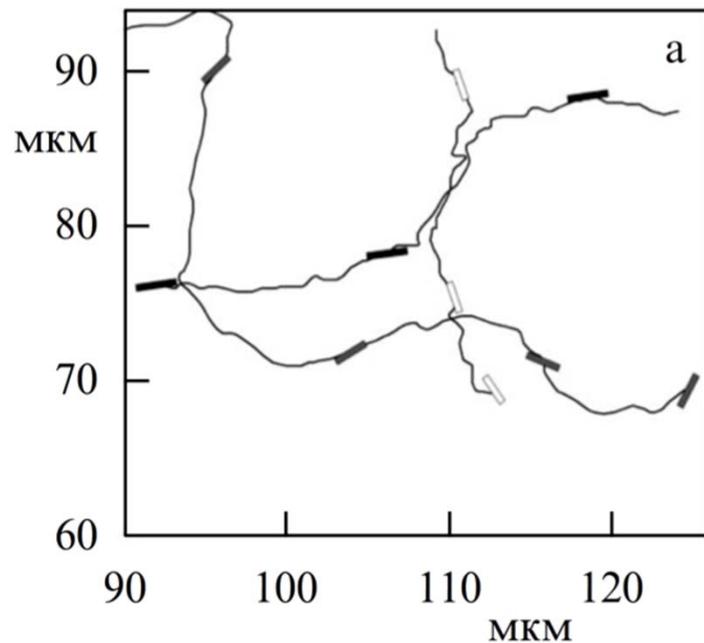


Механизм перестройки пористой структуры



Перестройка структуры происходит на границе доменов и сопровождается образованием заблокированных каналов

Каталитические наномоторы



W.F. Paxton, et al. // J. AM. CHEM. SOC. 2004, 126, 13424-13431
 T.R. Kline, et al. // Angew. Chem. Int. Ed. 2005, 44, 744 –746