

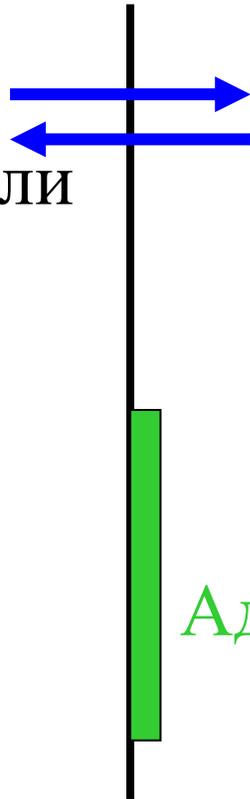
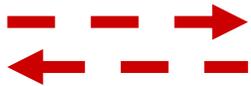
# ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОХИМИИ

- *Электрохимия*—это раздел науки, в котором изучаются физико-химические свойства конденсированных ионных систем, а также процессы и явления на границах раздела фаз с участием заряженных частиц (электронов или ионов).

Составляющие электрохимических систем  
и важнейшие явления в них

электрод:

электронная или  
смешанная  
проводимость



Перенос электрона  
(electron transfer)



Массоперенос

Адсорбция

Электролит:

ионная  
проводимость

Межфазная  
граница

# РОЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИИ КАК НАУКИ



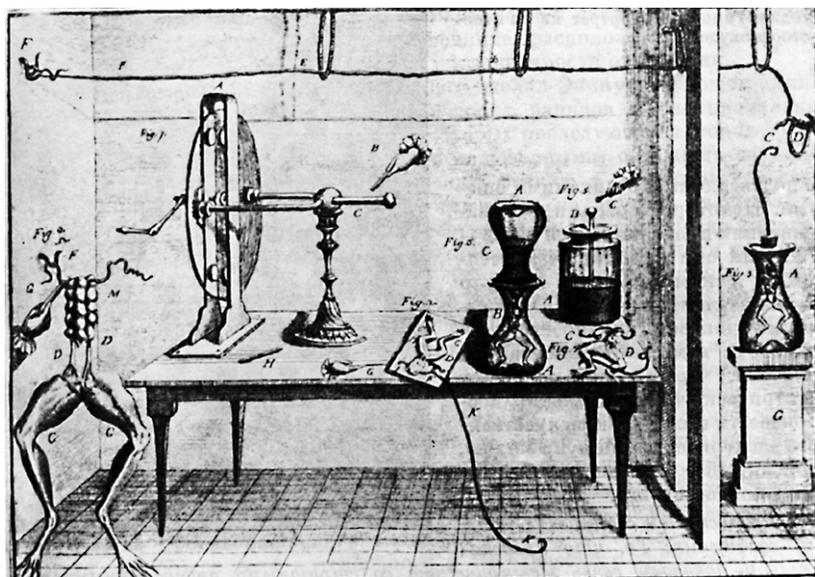
*«Без химии путь к познанию истинной природы электричества закрыт.»*

*М.В.Ломоносов*

**Луиджи (Алоизий)  
Гальвани (1737-1798)**

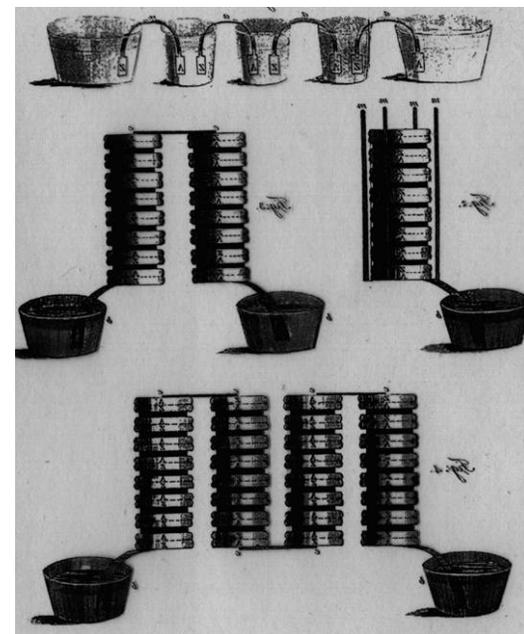


**Алессандро Вольты  
(1745-1827)**



**1791**  
←

**1797-1800**  
→



**Дэви, Николсон  
Карлейль:  
электролиз  
воды**

**1800-1803**

**Фарадей:  
законы  
электролиза**

**1833-1834**

**ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ**



**Растворы: 1809**

**Гротгус:  
механизм протекания  
тока через растворы**

**1857**

**Клаузиус:  
ионы - не только  
под действием поля**

**1853-59, Гитторф:  
числа переноса**

**1865, Фик:  
законы диффузии**

**1874**

**Теория  
Аррениуса**

**Кольрауш,  
Гейдвайлер:  
Ионное произ-  
ведение воды**

**1887**

**1894**

**Кольрауш: ионные  
электропроводности**

# Гальваника



**1838: гальванопластика  
(гальваностереотипия)**

**Борис Семенович  
(Мориц Германн) Якоби (1801-  
1874)**

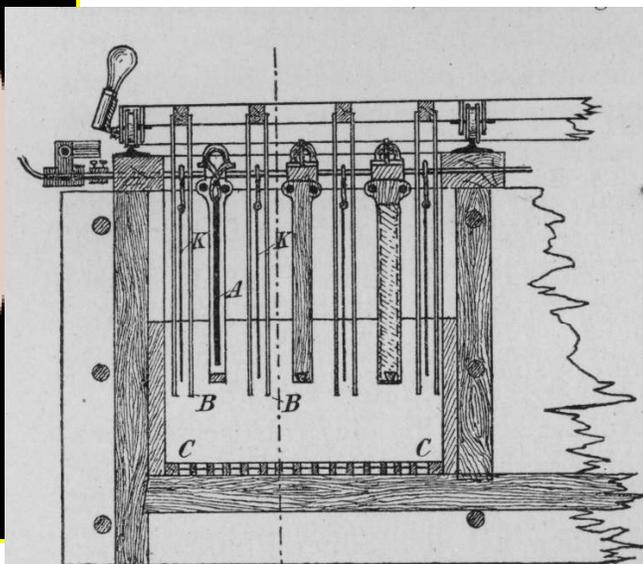
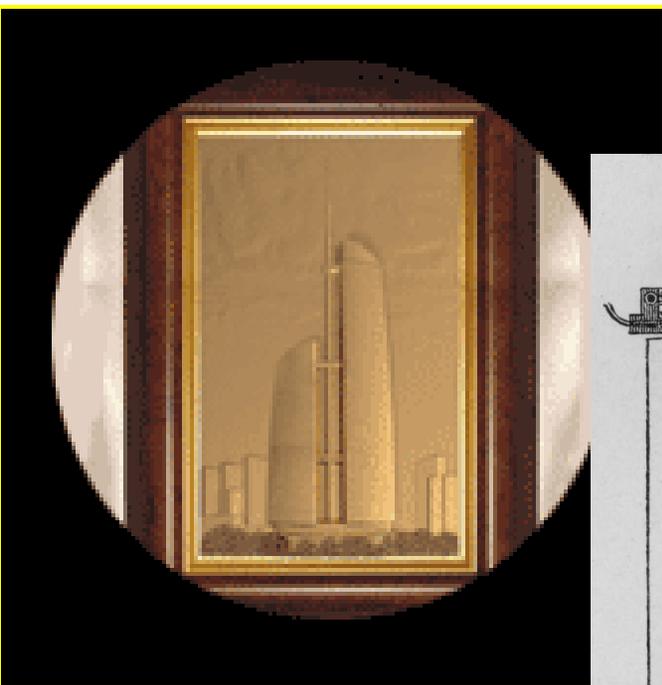


Fig. 71.

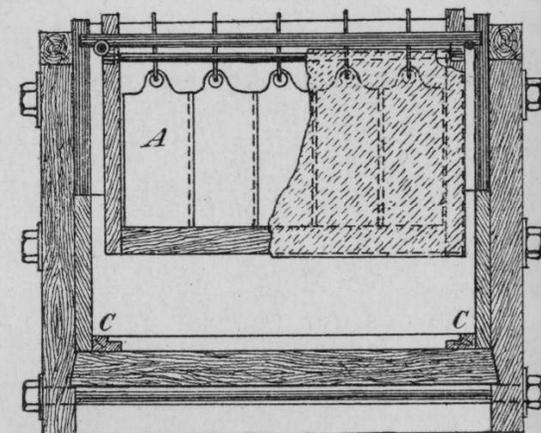


Fig. 72.



**Гэмфри Дэви  
(1778–1829)**

**Li, Na, K, Ba, Ca, Mg, Sr(Hg)  
(электролиз расплавов)**



**Получение алюминия  
из криолит-глиноземного  
расплава:**

Технология  
Эру-Холла  
(1886)



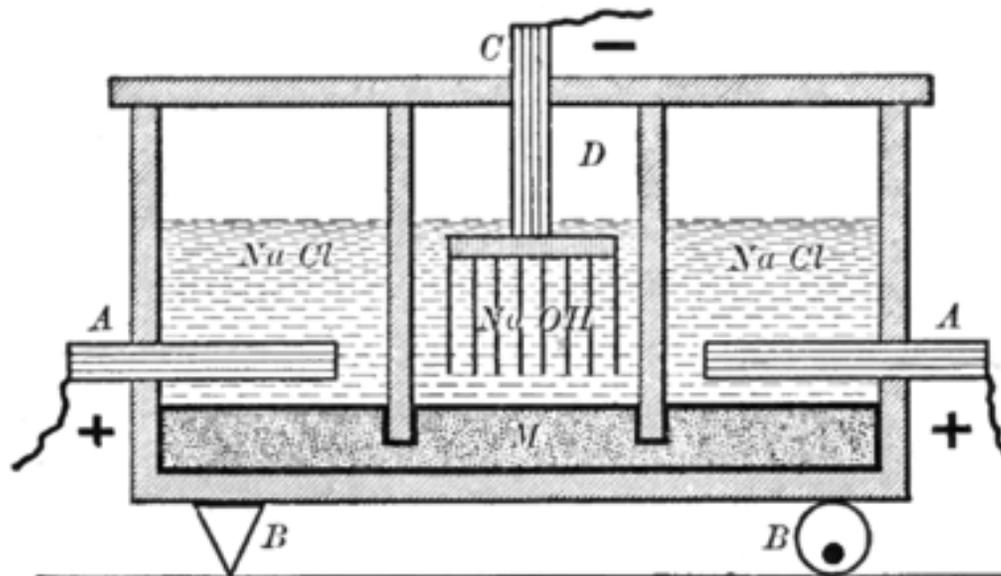
**Чарльз Мартин Холл**

**Поль Луи Туссен Эру**

# Хлорный электролиз

1851: Чарльз Ватт (1858 - 1899)  $\longrightarrow$  1886: Гамильтон Юнг Кастнер + 1895: Карл Келлнер

## Получение хлора и щелочи электролизом раствора NaCl



# **ЭЛЕКТРОХИМИЯ В МГУ, шаги к электрохимической кинетике**



**Алексей Петрович Соколов (1854-1928)**

**Зав. кафедрой теоретической физики физмат  
факультета МГУ**

**1887 - применение переменного тока  
для изучения электрохимических систем;**

**1890 - решение нестационарной  
диффузионной задачи при электролизе**

**Электрохимия в Московском университете: в 1808 г. Федор Федорович Рейсс (1778-1852) открыл явление электрофореза**



**Дмитрий Иванович  
Менделеев (1834-1907)**

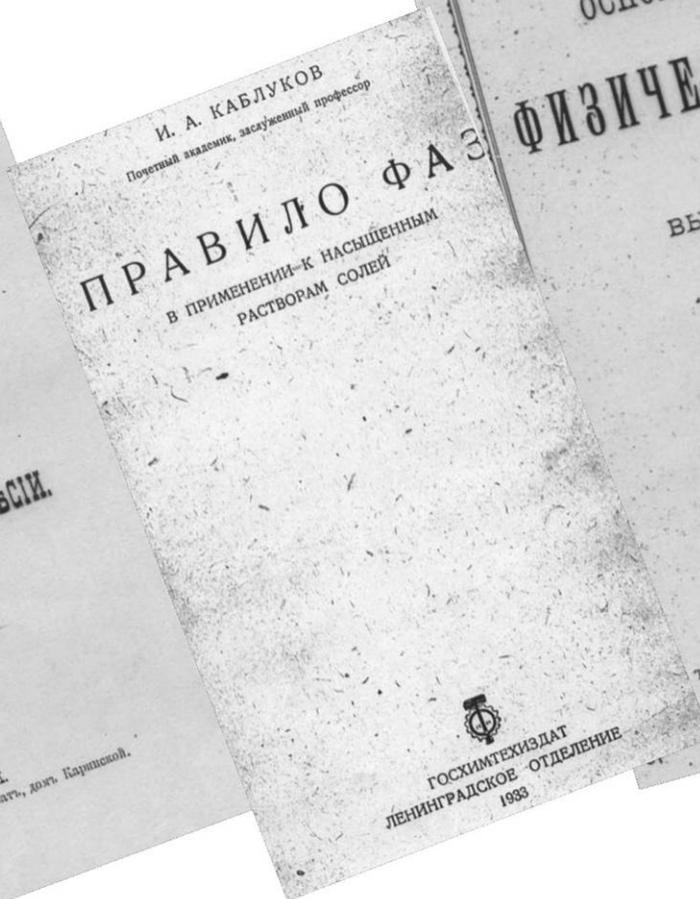
**Ярый противник и  
тайный сторонник  
теории  
электролитической  
диссоциации**



**Иван Алексеевич  
Каблуков (1857-1942)**

**1887 - И.А.Каблуков обнаруживает  
эффект аномальной электропроводности**

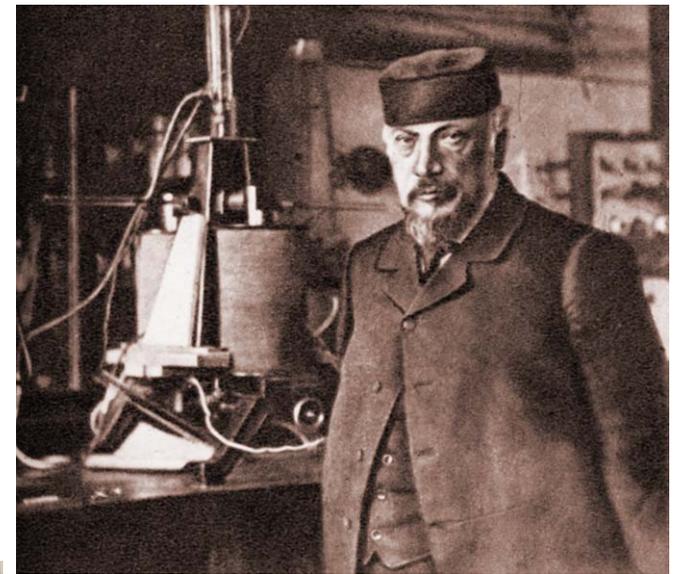
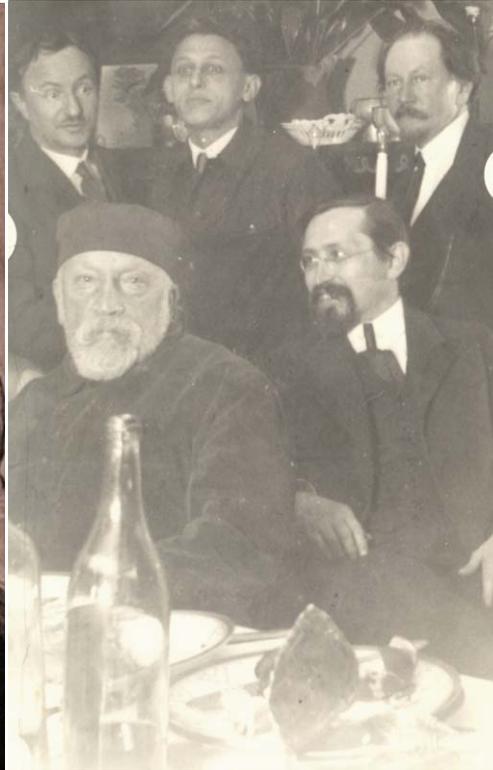
**И.А.Каблуков - автор  
первых учебных пособий  
по электрохимии,**



**бережно  
хранимых в нашей библиотеке**

**Картина художника Ф.Решетникова  
«Почетный академик И.А.Каблуков  
занимается  
со студентами-стахановцами»**

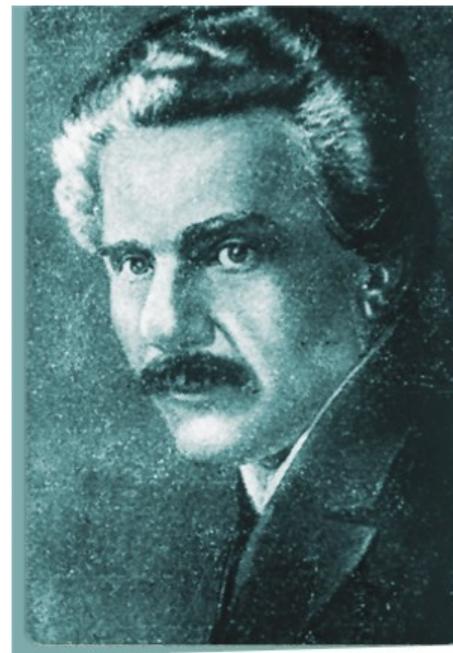
**И.А.Каблуков с А.В.Раковским,  
В.С.Зайковым, М.Я.Коганом,  
Н.Н.Петиним**



**И.А.Каблуков стал  
прототипом главного  
героя С.Я.Маршака  
«Вот какой  
Рассеянный  
С улицы Бассейной»**

# **ЭЛЕКТРОХИМИЯ В МГУ, шаги к электрохимической кинетике**

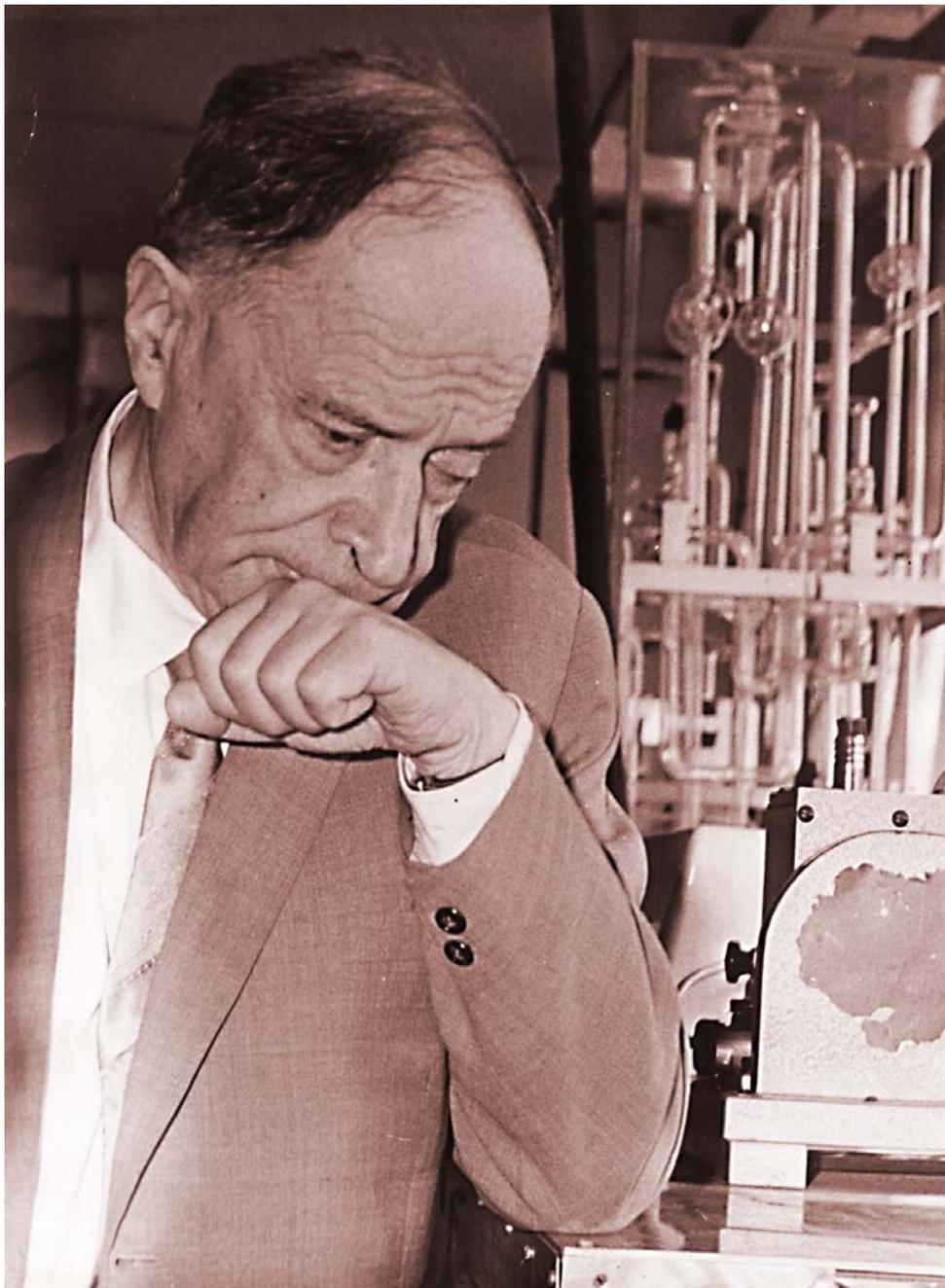
**1911 - Е.И.Шпитальский,  
открытие электрополировки**



**Евгений Иванович  
Шпитальский  
(1879-1931)**

**1930 - Н.И.Кобозев и Н.И.Некрасов,  
установление роли адсорбции  
в электродных процессах**

**С 1930 - А.Н.Фрумкин заведует лабораторией  
технической электрохимии**

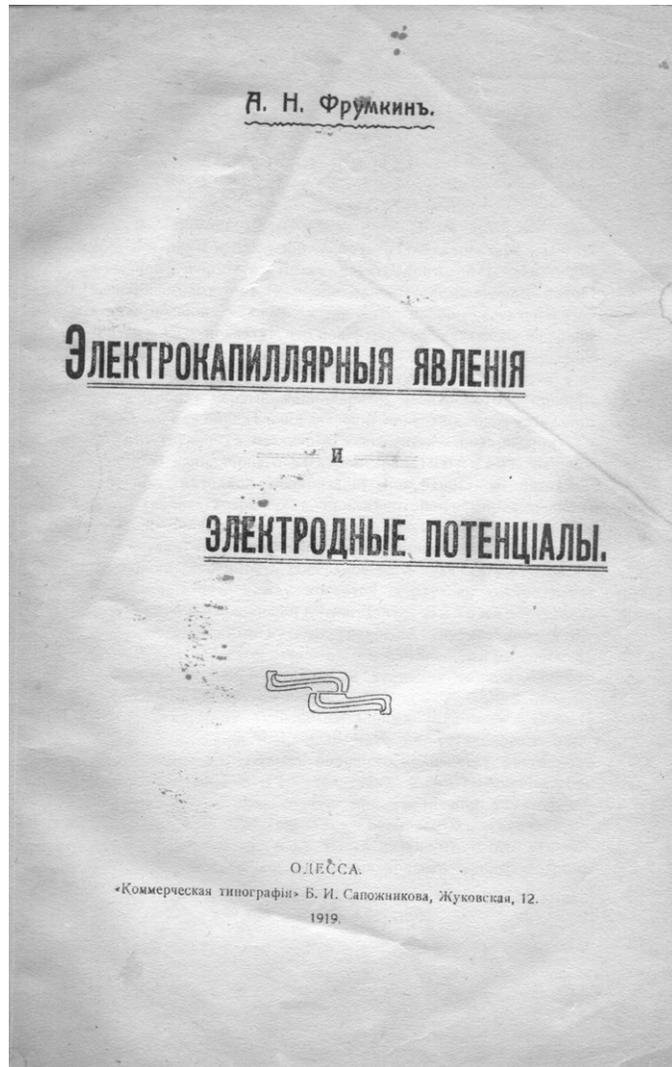


**Александр  
Наумович  
Фрумкин**

**(1895-1976)**

*основатель кафедры  
электрохимии  
(1933)*

Литературная Одесса тех лет хорошо известна по мемуарам. Об Одессе научной воспоминаний почти нет, а между тем и в этом кругу жизнь шла весьма задорная и оживленная.



## А.Н.Фрумкин

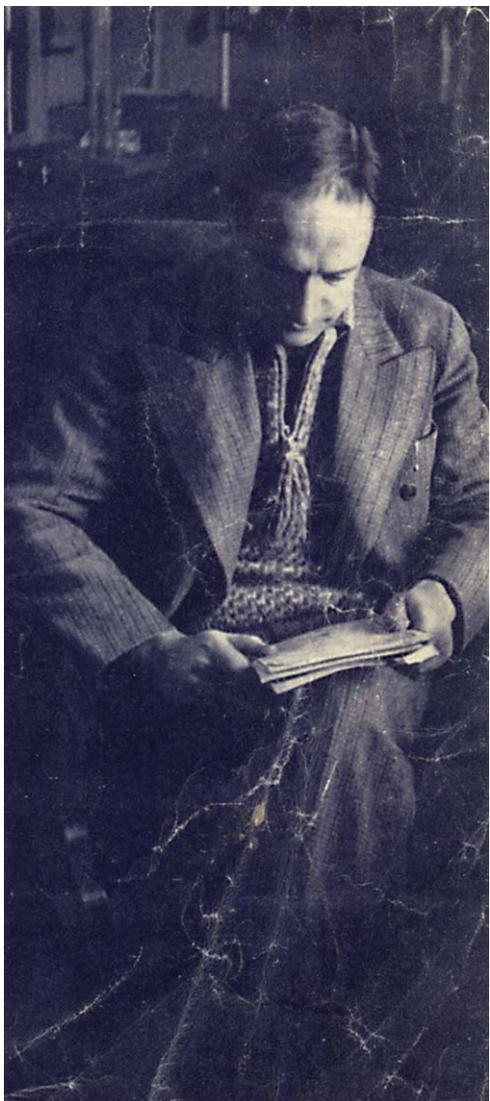




**З.А.Иофа  
(1895 - 1989)**



**З.А.Иофа и А.Н.Фрумкин - второй и третий  
слева в первом ряду.**



**В 1933 году А.Н.Фрумкин совершил прорыв в электрохимической кинетике -**  
**- создал теорию замедленного разряда, связывающую скорость электродной реакции и строение заряженной межфазной границы**

**Это определило два основных взаимосвязанных направления работы кафедры электрохимии.**

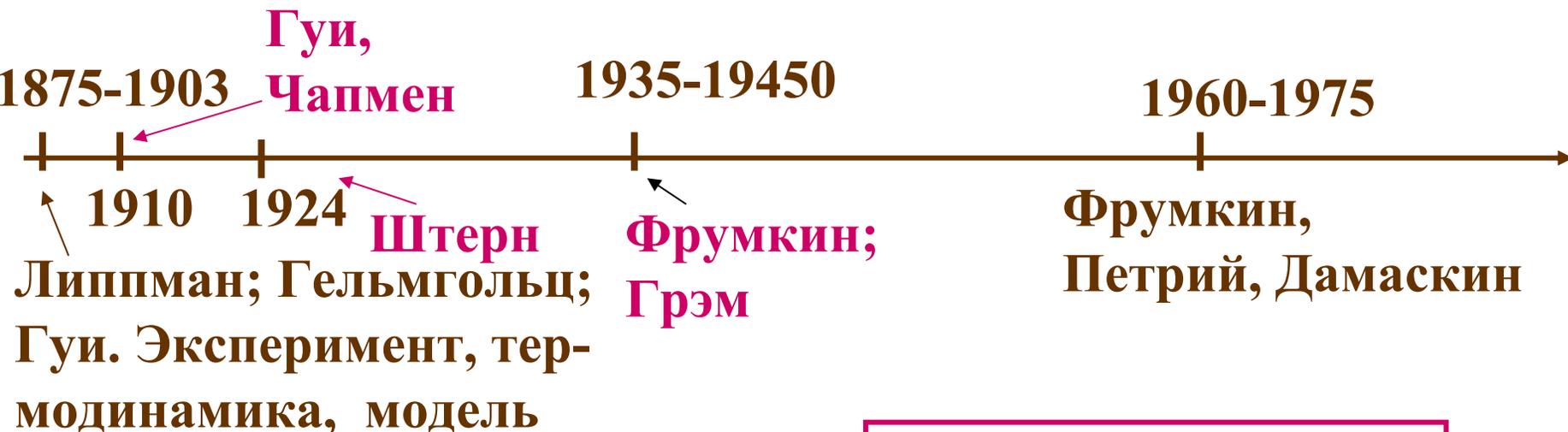
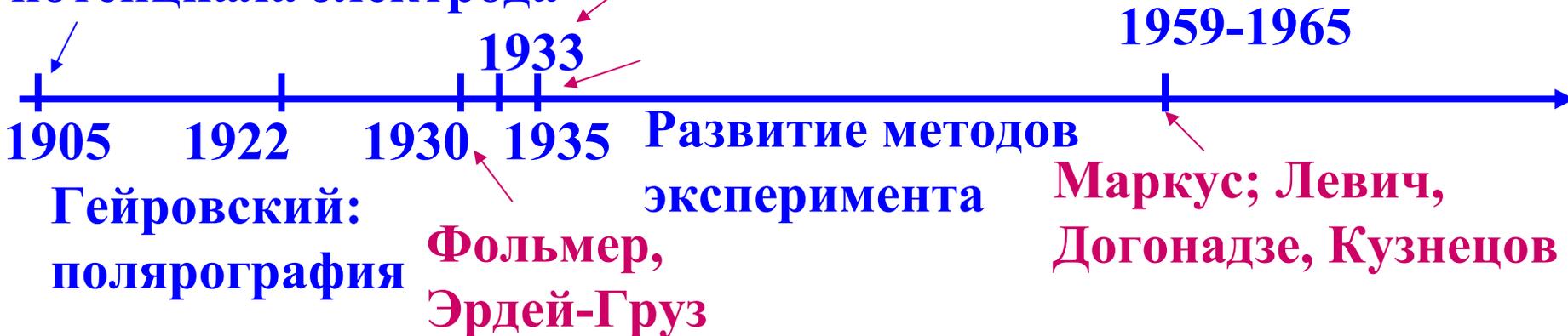
*1938, в НИФХИ им. Л.Я.Карпова*

# Т е о р и я

кинетика

Табель:

зависимость тока от  
потенциала электрода

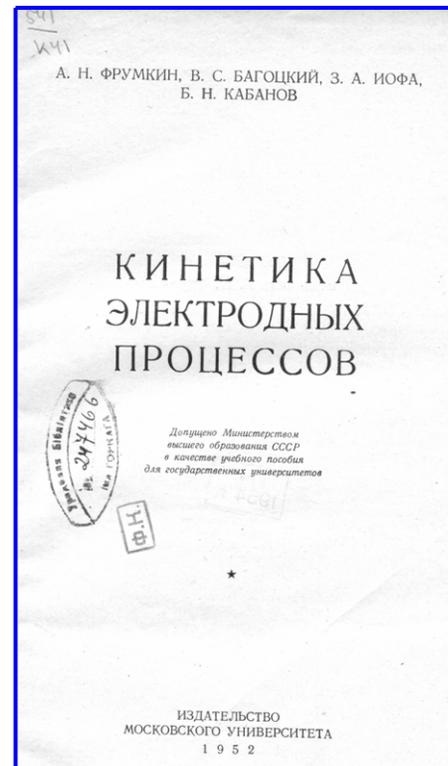


Строение заряженной  
межфазной границы

# 1952

**А.Н.Фрумкин, В.С.Багоцкий,  
З.А.Иофа, Б.Н.Кабанов,**

**«Кинетика электродных процессов» -  
- первый фундаментальный учебник  
по электрохимической кинетике**



сопровождалось бы большим перенапряжением. Следы мышьяка, платины и др. веществ в электролите свинцового аккумулятора являются исключительно вредными именно потому, что эти вещества снижают перенапряжение водорода на свинце, и в присутствии их большая часть химической энергии аккумулятора тратится на бесполезное выделение водорода на отрицательном электроде (саморазряд аккумулятора).

Приведенные примеры показывают, что при решении практических вопросов часто бывает полезным теми или другими путями понижать или повышать водородное перенапряжение на разных электродах. Это может быть достигнуто правильным подбором материала и состояния поверхности электрода, состава раствора и, наконец, режима электролиза—

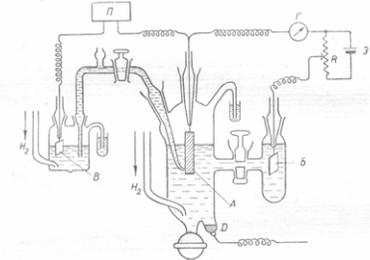


Рис. 65. Схема прибора для измерения водородного перенапряжения: А—исследуемый электрод, В—вспомогательный электрод для поляризации, В—водородный электрод для измерений потенциала, Г—гальванометр, Д—вспомогательный электрод для очистки раствора, П—потенциометр, R—реостат, З—источник тока

температуры, плотности тока и т. д. Задача эта может быть решена только на основе тщательного изучения влияния всех этих факторов в отдельности на кинетику процесса катодного выделения водорода.

Методы измерения перенапряжения сводятся к измерению потенциала электрода во время прохождения через него электрического тока. Измерения можно производить, например, по схеме, изображенной на рис. 65.

Исследуемый электрод А поляризуется при помощи вспомогательного электрода В, т. е. через цепь, состоящую из этих двух электродов, пропускается ток от внешнего источника З. При изучении процесса восстановления ионов водорода изучаемый электрод включается катодом. Сила тока регулируется реостатом R и отсчитывается при помощи амперметра или гальванометра Г. Потенциал  $\varphi_A$  электрода А не может быть измерен по отношению к вспомогательному электроду В, так как при прохождении тока потенциал этого электрода также смещается. По этой причине потенциал  $\varphi_A$  определяется при помощи второго вспомогательного электрода В, через который ток не проходит и потенциал которого поэтому остается постоянным. Разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_B$  может быть измерена

**А.Н.Фрумкин с  
П.А.Ребиндером,  
Н.Н.Семеновым и  
С.И.Вольфковичем**

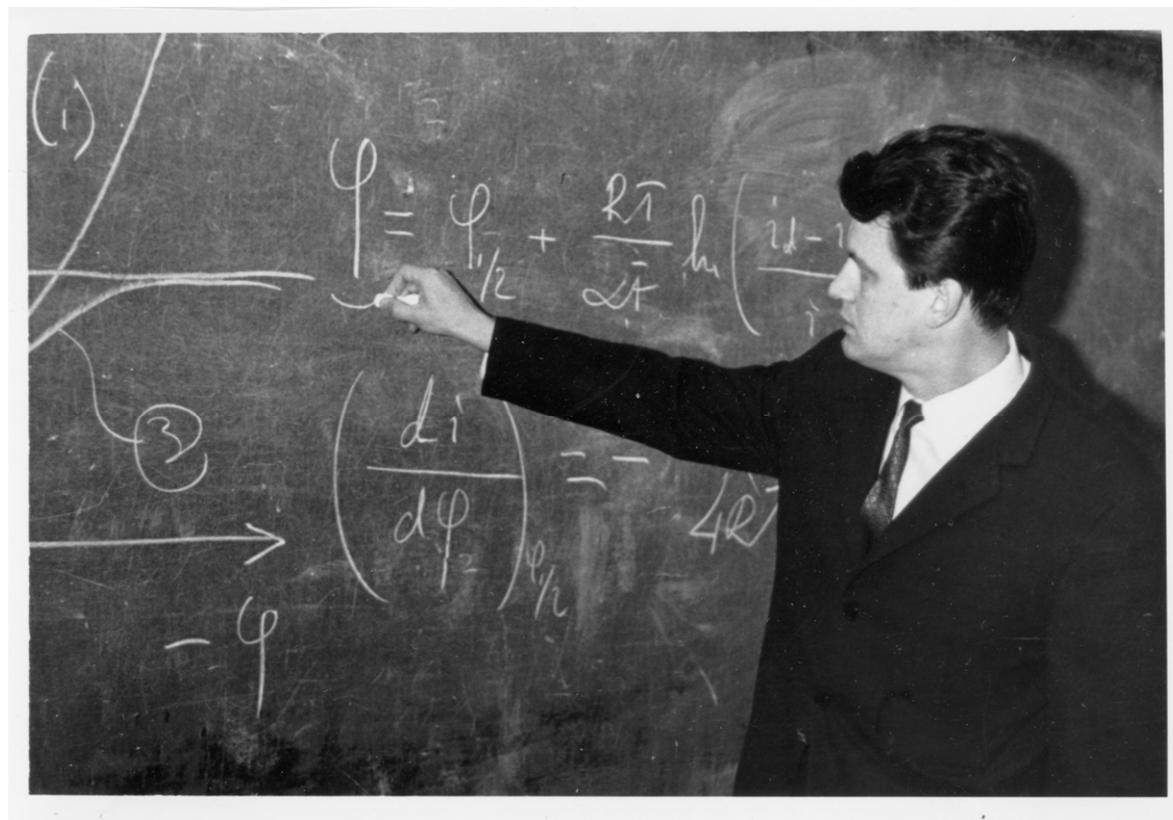
**С Р.Парсонсом -  
в дальнейшем первым  
лауреатом Фрумкинской  
медали Международного  
электрохимического  
общества**



«In order to honour the late **Professor Alexander N. Frumkin** and his many contributions to science, particularly to the field of fundamental electrochemistry, the International Society of Electrochemistry (ISE) has established the "Frumkin Memorial Medal".

The award was donated by Professor E.G. Perevalova-Frumkin, the Frumkin Institute of Electrochemistry of the Russian Academy of Sciences, and the Department of Electrochemistry of the Faculty of Chemistry, Moscow State University.

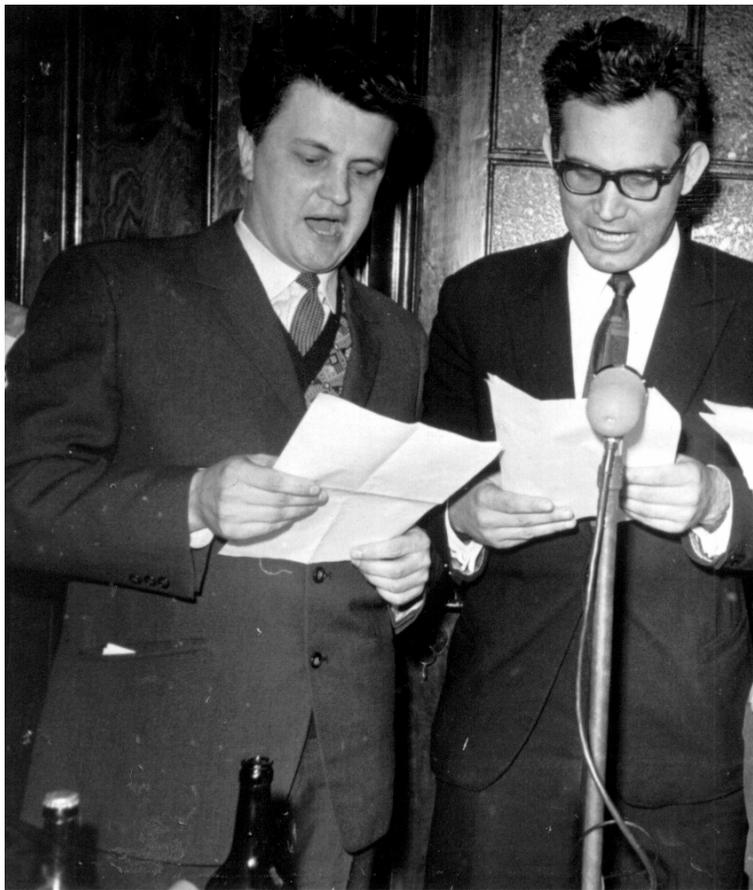
The award, to be given once every two years, recognises the outstanding contribution of a living individual over his/her life in the field of fundamental electrochemistry.



**Профессор Борис Борисович Дамаскин - лауреат Фрумкинской медали Международного Электрохимического Общества 2005 года, заведующий кафедрой электрохимии в период 1976 – 1998 г.**



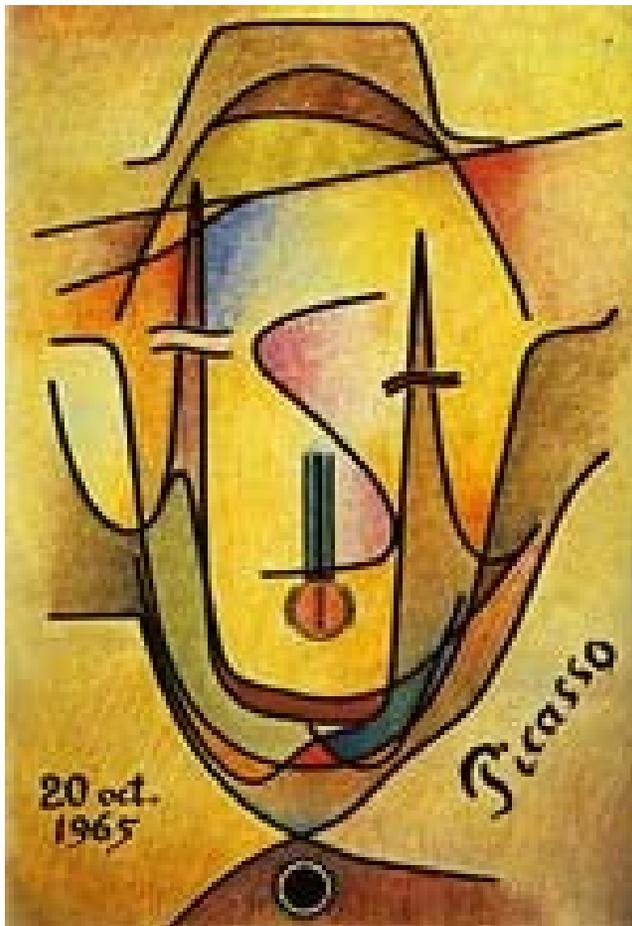
**Профессор Олег Александрович Петрий -  
заведующий кафедрой электрохимии в период 1998  
- 2008 г., постоянный ведущий Рождественских  
лекций на химическом факультете**



**Традиция:  
вокал, стихотворчество и изобразительное искусство  
как необходимые элементы развития электрохимии**

*Александр Наумович*

*и шедевры мировой живописи*



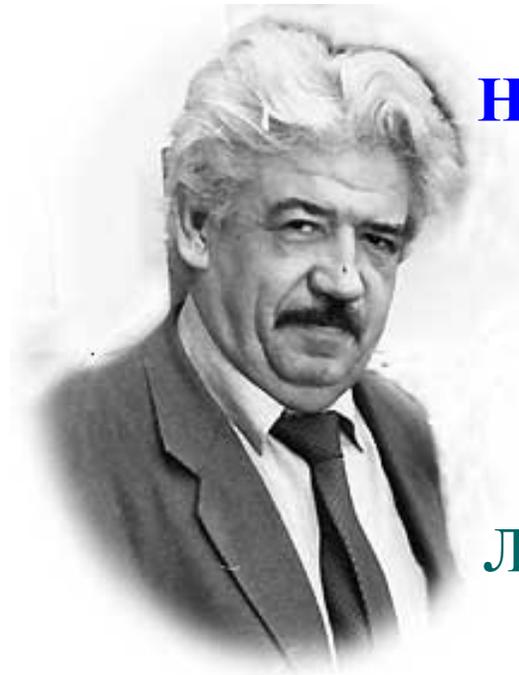
# 1953 - создание лаборатории радиационной химии



*Заведующий  
лабораторией*  
**Владимир Исаевич  
Фельдман**



**Наталья Алексеевна  
БАХ (1895-1979)**



**Ленар Тимофеевич  
БУГАЕНКО  
(1930-2005)**

Кристаллохимический дизайн  
функциональных материалов



Электрохимическое  
материаловедение



**Профессор Евгений Викторович Антипов**  
заведующий кафедрой электрохимии с 2008 г.

# Перспективы прикладных направлений

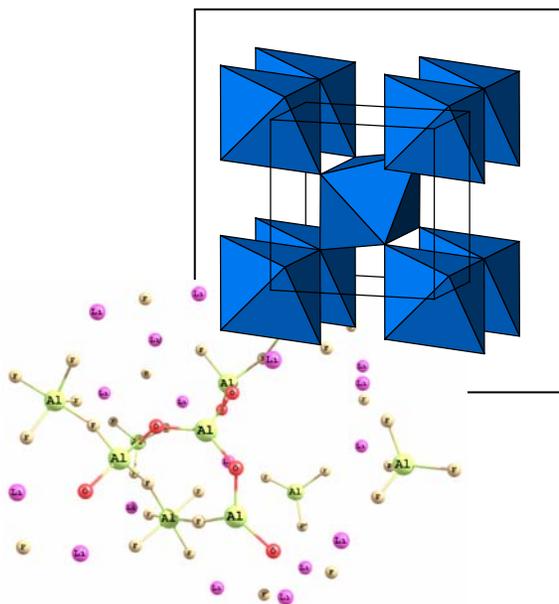
Внедрение имеющихся нанотехнологических разработок

Организация прикладных проектов с российскими и зарубежными фирмами и предприятиями:

- промышленный электролиз
- водородная энергетика
- источники тока
- электроосаждение

# Совместная лаборатория МГУ- «РУСАЛ»

Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии электрометаллургии: *научный и организационный задел по электрохимическому материаловедению*



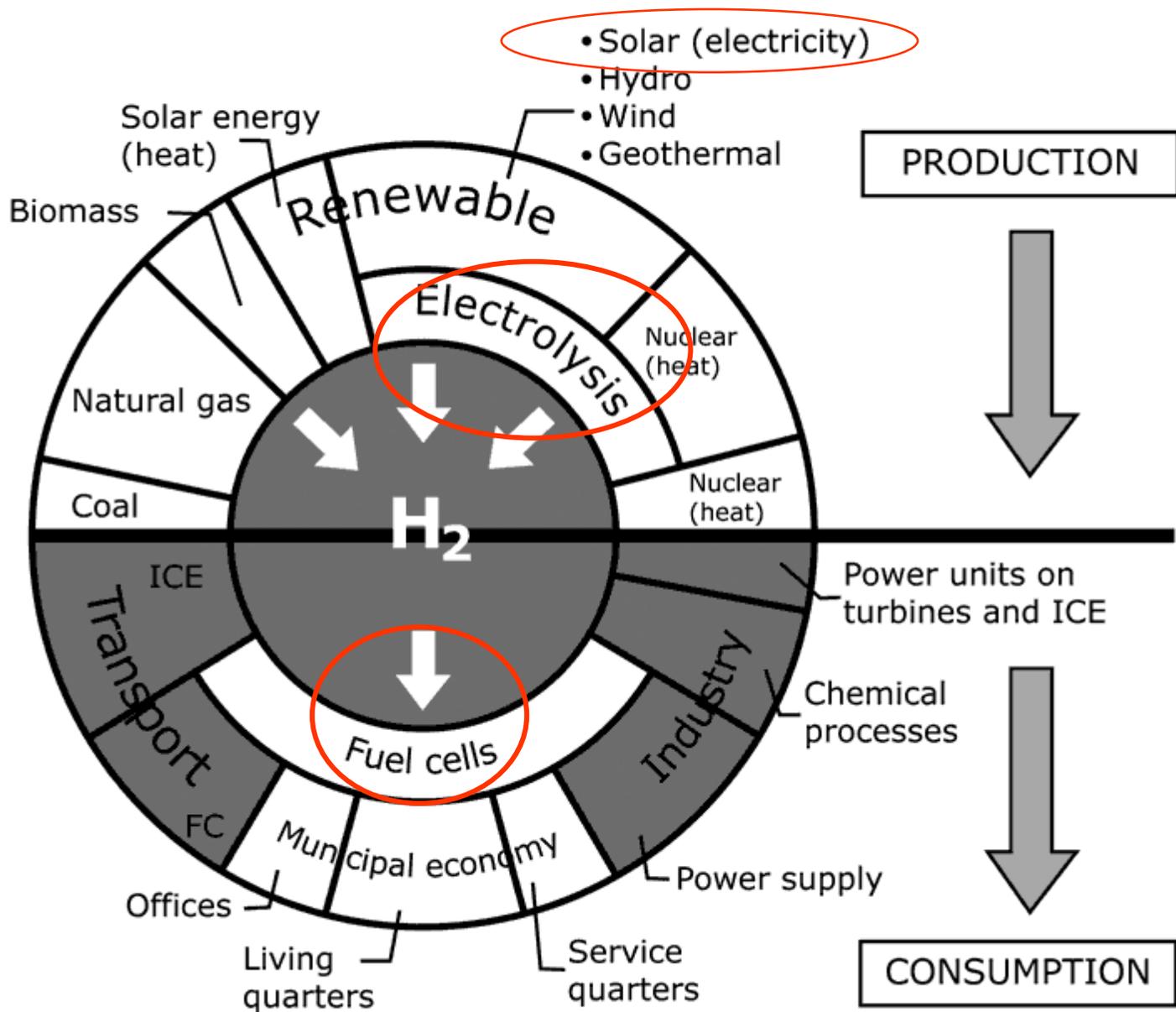
Моделирование:  
- электродных материалов  
- расплавов и растворов

Прогнозирование  
процессов

Новые технологии

Работы проводятся с 2003 г.

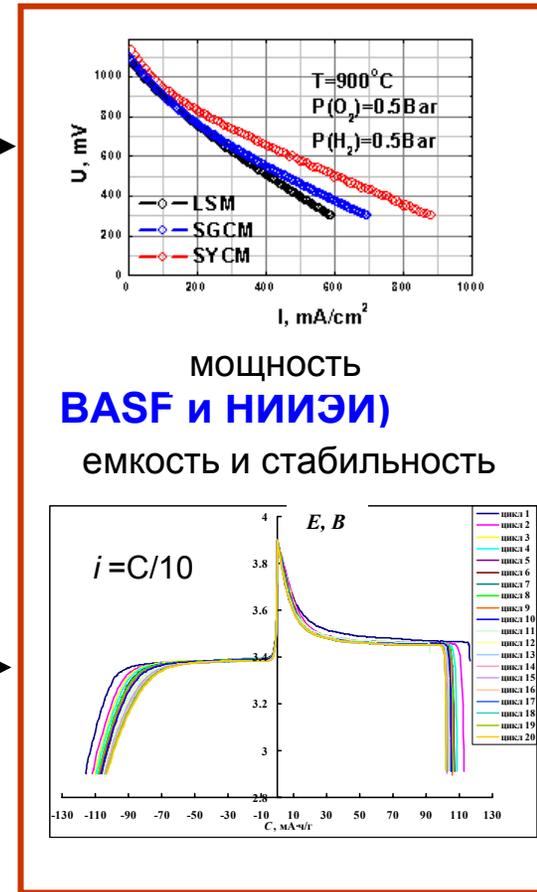
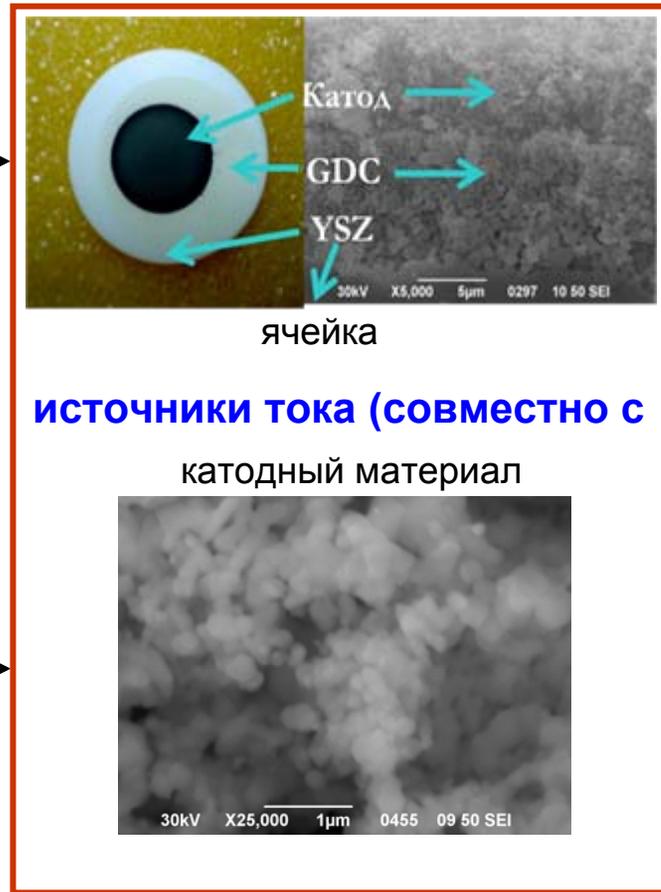
# Hydrogen generation and consumption



ICE - Internal Combustion Engine

# Функциональные наноматериалы для энергетики

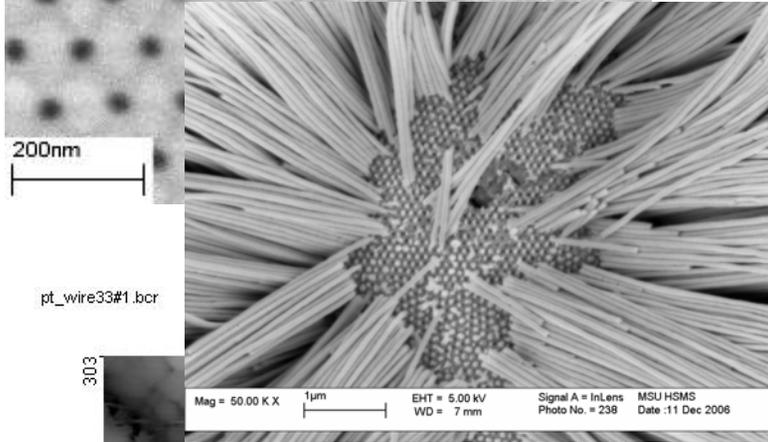
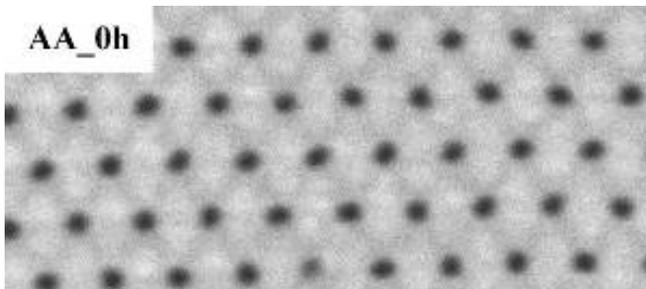
## Твердооксидный топливный элемент



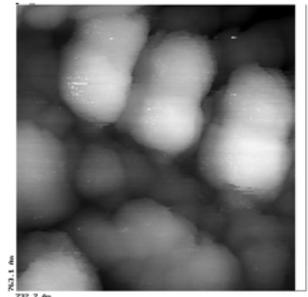
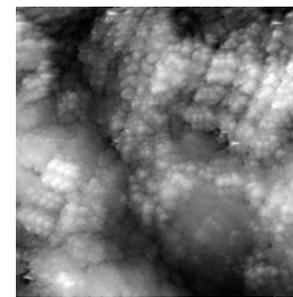
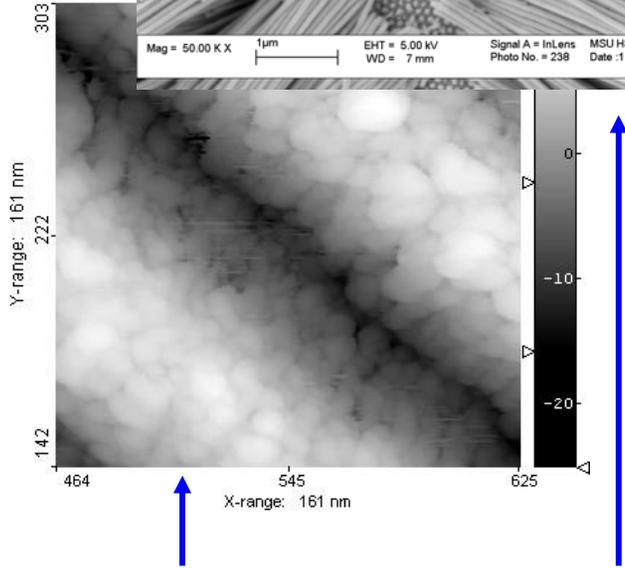
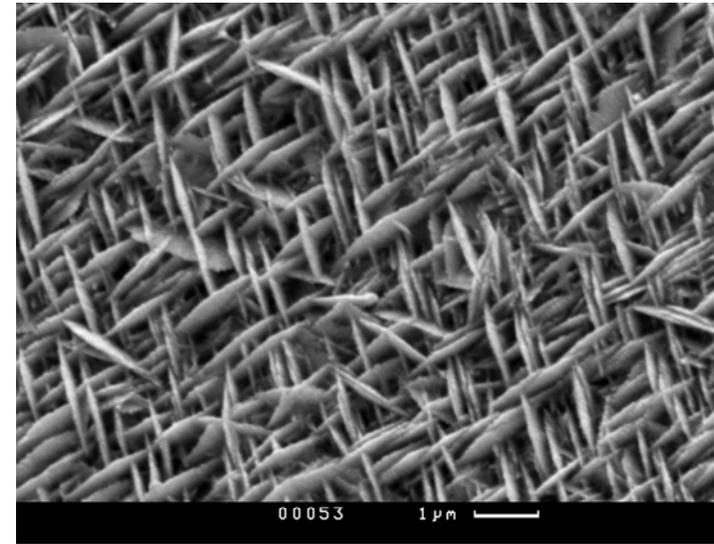
Оптимизация  
микроструктуры  
и свойств материала

Достижение  
целевых  
характеристик

# Нанопористый оксид алюминия



Электроосажденный Pd,  
темплатированный ПЭГ ↓



и электроосажденная  
в него платина

# КАФЕДРА ЭЛЕКТРОХИМИИ

[www.elch.chem.msu.ru](http://www.elch.chem.msu.ru)