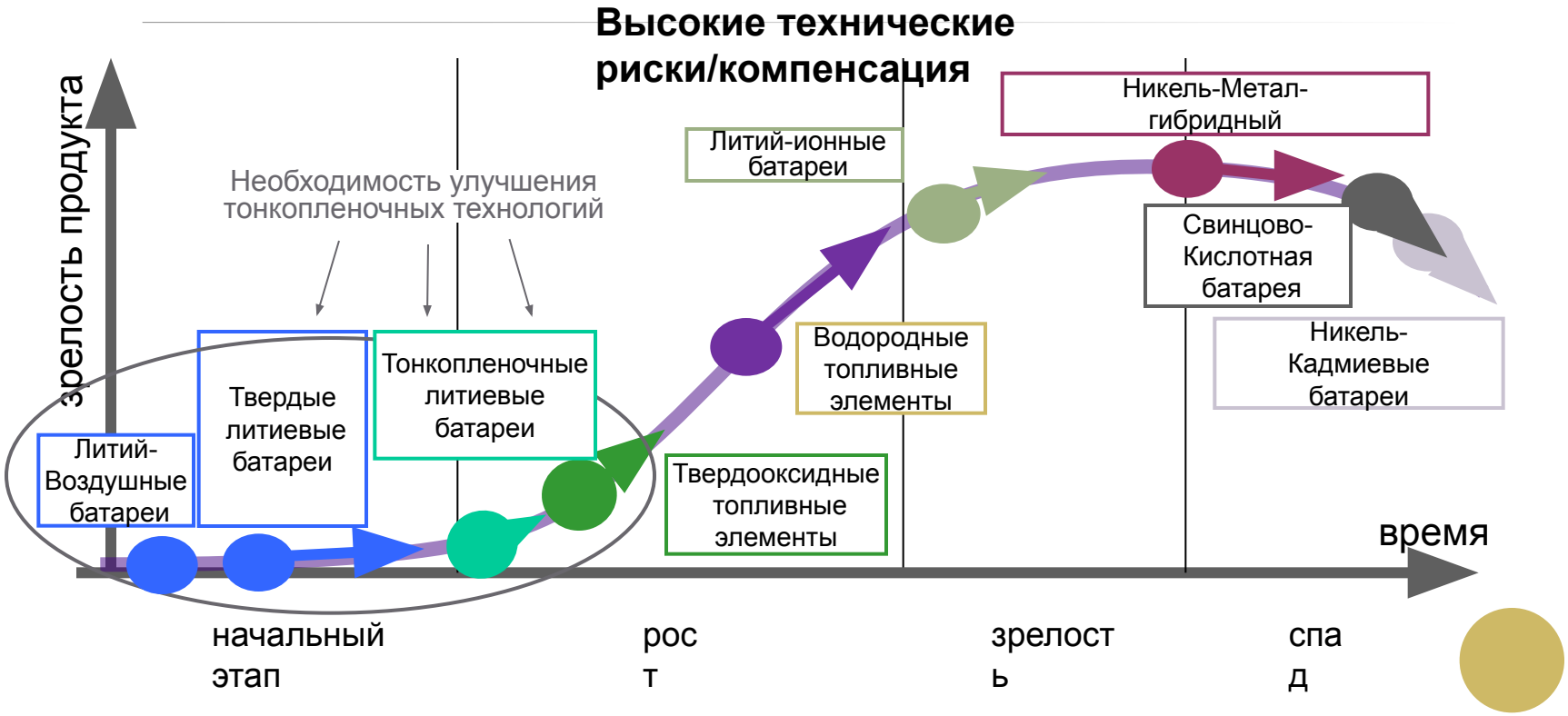
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТЬЮ И МОЩНОСТЬЮ

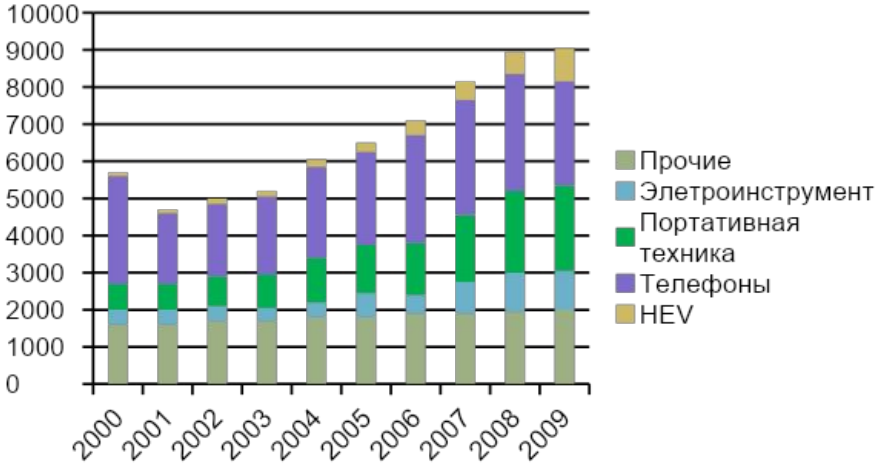
АККУМУЛЯТОРЫ ЭНЕРГИИ: РАСПОЛОЖЕНИЕ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ

- Начальные этапы обеспечивают лучшие возможности для:
  - Инноваций
  - Дифференциации продукта
  - Интеллектуальной собственности

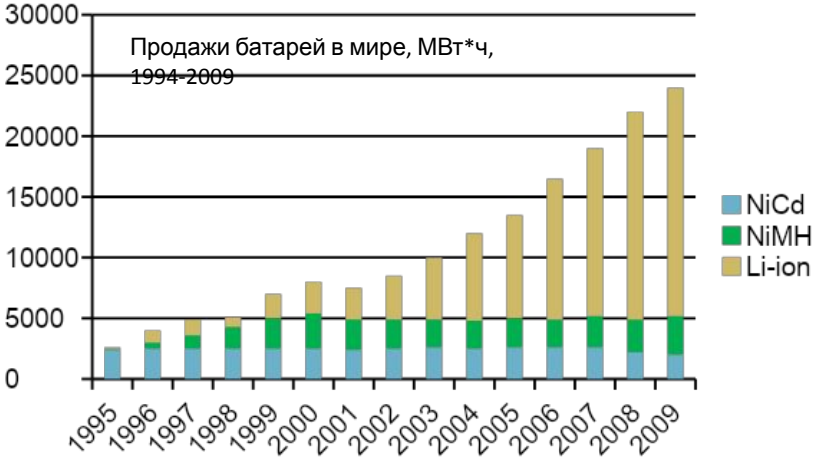


ДИНАМИКА РЫНКА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

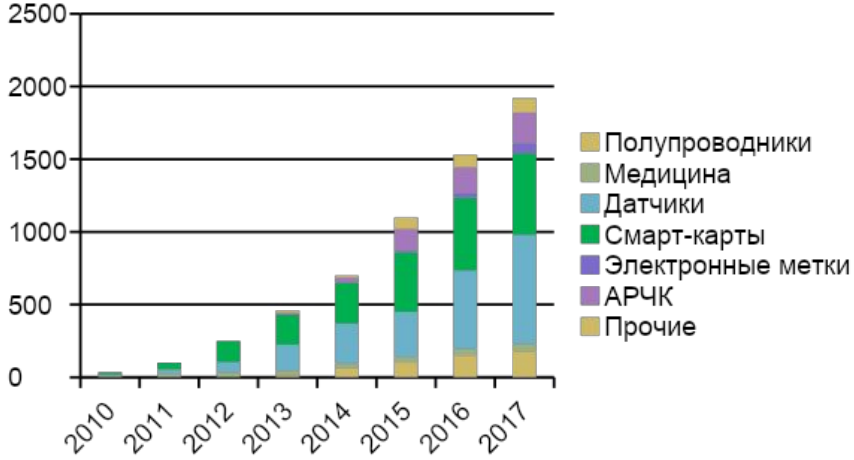
Динамика продаж аккумуляторов по сферам применения



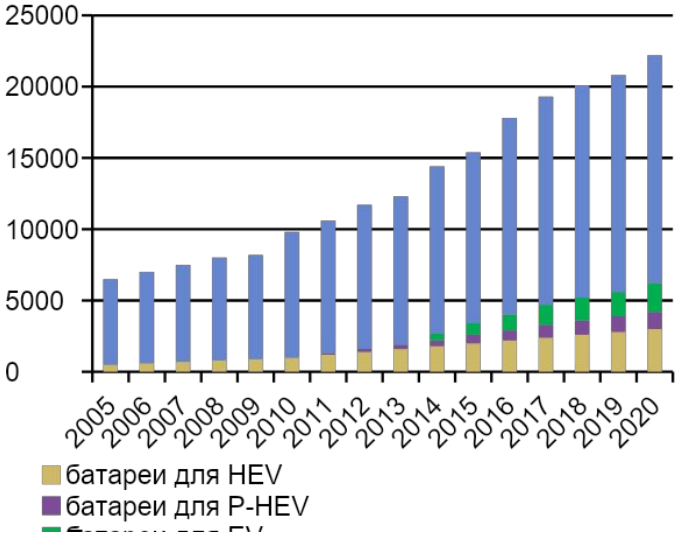
Динамика продаж аккумуляторов по видам



Мировой рынок тонкопленочных аккумуляторов по видам их применения, млн.$

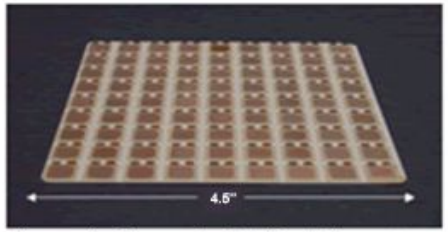


Рынок аккумуляторных батарей, 2005-2020 млн. $



МАЛОГАБАРИТНЫЕ LI-ИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ: ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

Тонкопленочные



Photograph of a completed 4.5" x 4.5" ceramic wafer with 81 hermetically sealed batteries ready for dicing.

Масса 0,2 - 1 г
Энергоемкость ≤1мАч

Источники питания смарт-карт, миниатюрных автономных датчиков

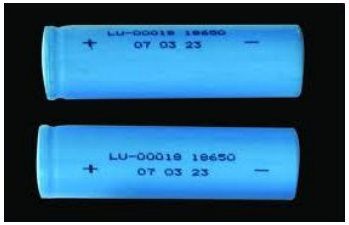
Миниатюрные

Atomic Workshop 90 mAh

Масса 1– 5 г
Энергоемкость 10 – 50 мАч

Устройства специального назначения, датчики, средства связи

Малогабаритные



Масса от 50 до 500 г
Энергоемкость 2 – 10 Ач

Гибридные электромобили, роботы, беспилотная авиация, спецтехника

<u>Основные проблемы:</u>

- **увеличение удельной энергоемкости, токов разряда**
- **расширение температурного интервала работоспособности**
- **увеличение срока службы (кол-во циклов заряд-разряд)**
- **снижение стоимости изделий**

ОЖИДАЕМЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОДУКТОВ

Высокая удельная энергоемкость

Обеспечивается уникальными свойствами разрабатываемых новых анодных и катодных наноматериалов (Интеркаляционная емкость a-Si, > 2500 мАч; $LiCoO_2$, LiFePO4, > 250 мАч/г).

Большие токи разряда

Обеспечиваются малыми размерами и большой удельной поверхностью (>1000 $м^2$/г) наночастиц анодного и катодного материалов.

Большой срок службы

Возможность многократного циклирования заряд- разряд (> 1000 циклов) обеспечивается структурой электродов - композиты из наночастиц активного материала в смеси с углеродными материалами.

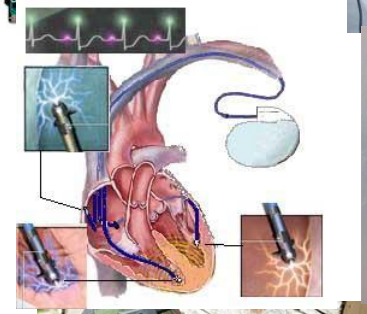
ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Гражданская техника:

- **гибридные электромобили,**
- **смарт-карты**
- **телекоммуникационное оборудование**
- **электроинструмент**
- **имплантаты и кардио-стимуляторы**

Специальная и военная техника:

- **экипировка тех. служб и военных**
- **средства связи и технической разведки,**
- **приборы ночного видения,**
- **наземная и подводная робототехника,**
- **беспилотная авиация, микроспутники**

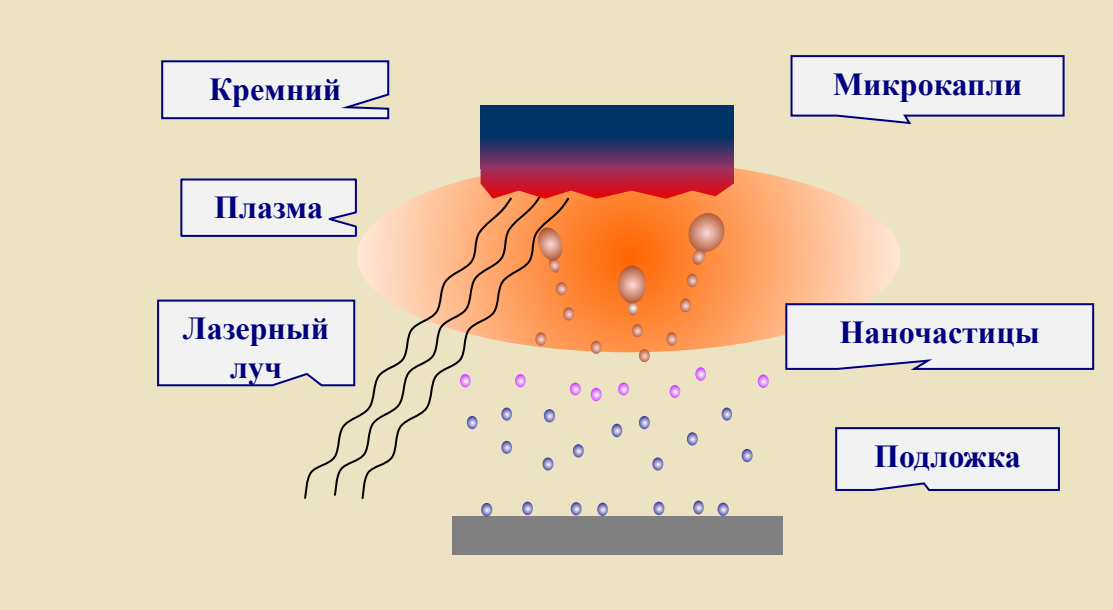


Ожидается экономический эффект от:

- реализации широкого спектра продуктов(батареи пластиковых карт, имплантатов, электронных устройств, гибридных автомобилей и т.д.),
- трансфера технологий, разработанных в результате проведения ОКР,
- продажи лицензий.

ЛАЗЕРНОЕ ЭЛЕКТРОДИСПЕРГИРОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО АМОРФНОГО КРЕМНИЯ И ДРУГИХ АМОРФНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ:

Основным процессом получения наноструктурированных аморфных материалов является электродиспергирование:



технологические параметры выбираются так, чтобы обеспечить:

- генерирование микро-капель на поверхности мишени и их попадание в область плазмы
- заряд капель в плазме и последующего деления заряженных капель на наночастицы

Изменение емкости тонкопленочных электродов из аморфного гидрогенизированного кремния по сравнению с обычными графитового электрода

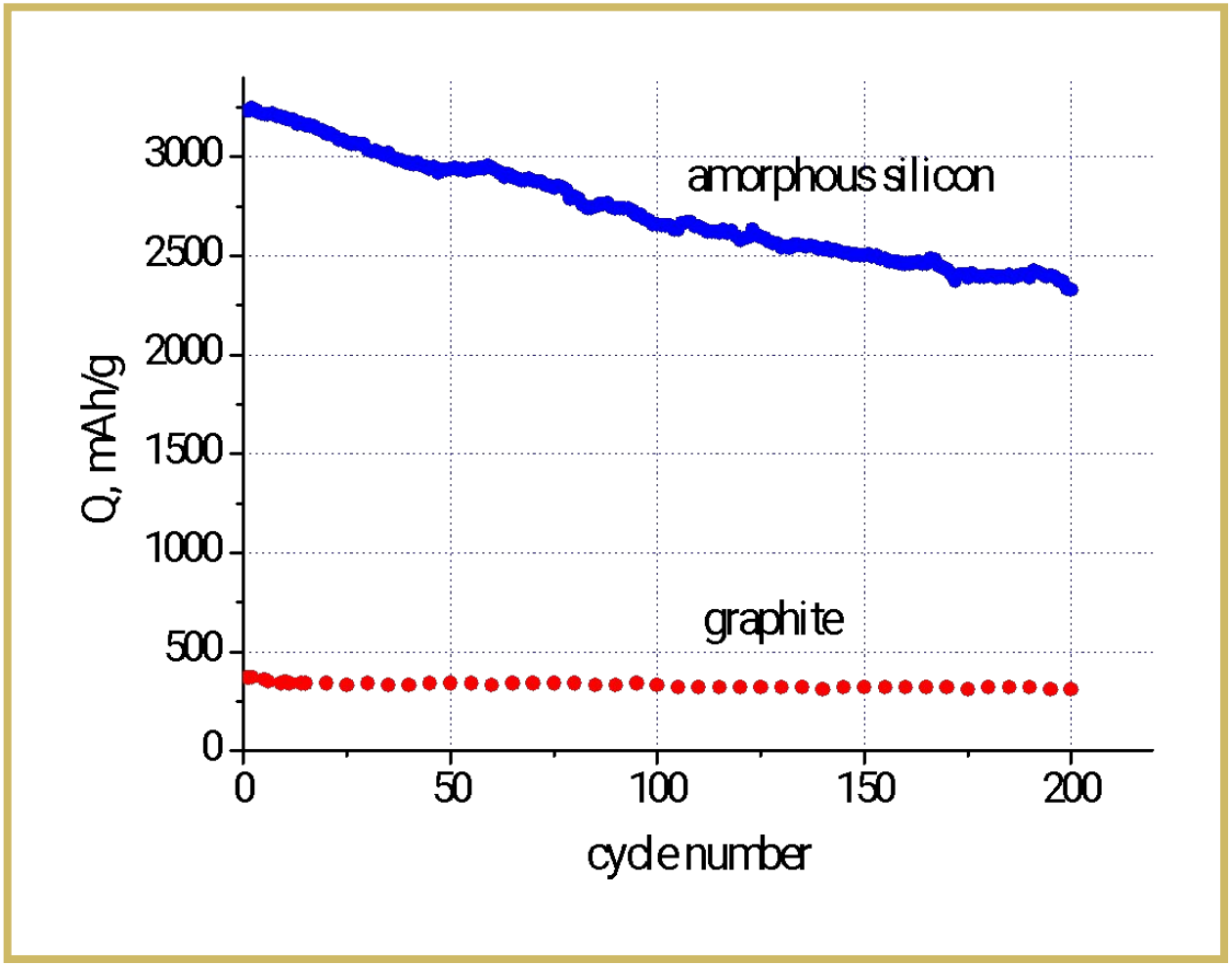
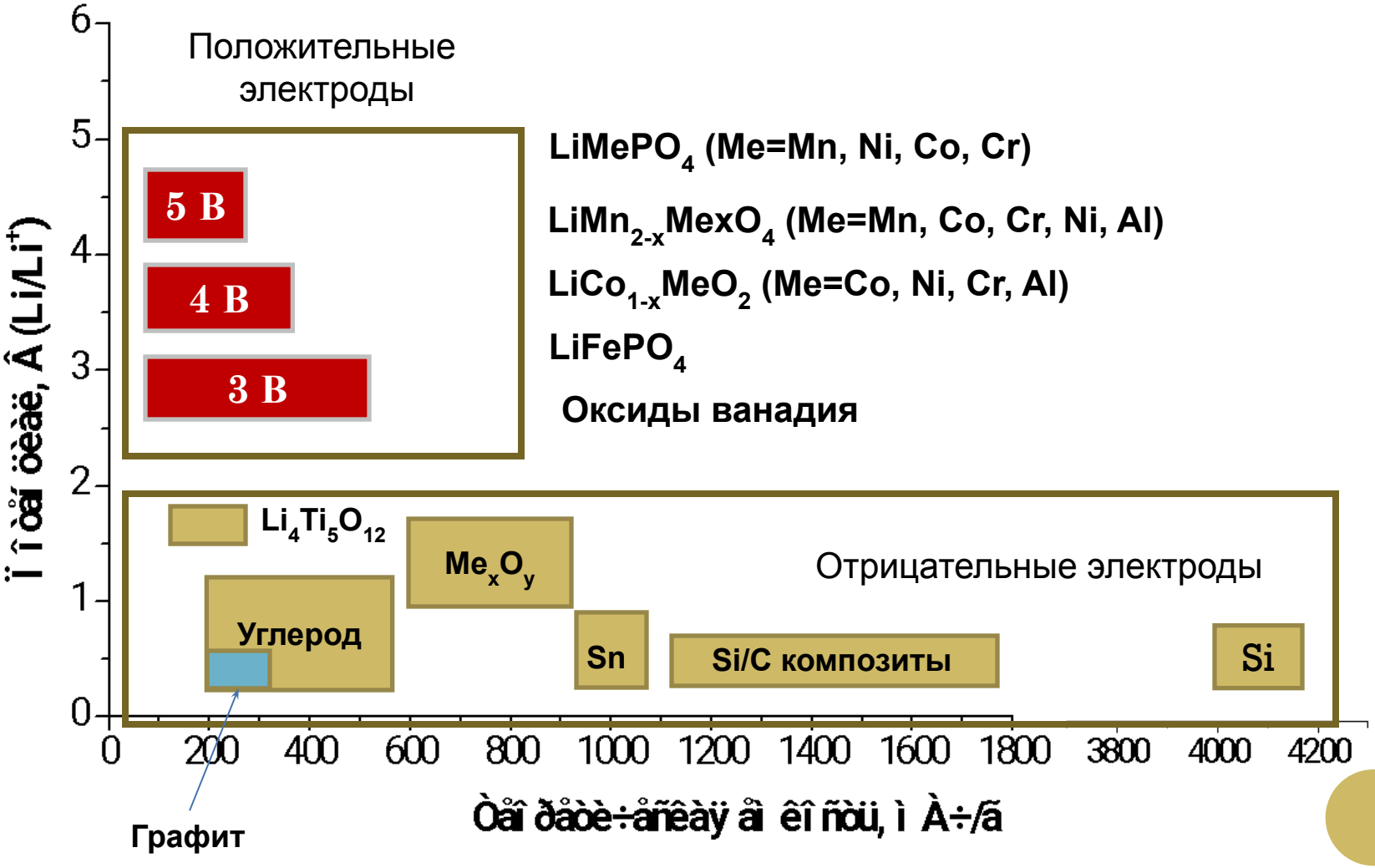


Диаграмма электродных материалов ЛИА



Емкостные характеристики различных электрохимических систем

Электрохимическая система	U_p, В	Q_k, мАч/г	Qa, мАч/г	Qакк, мАч/г	W, Втч/кг
$LiCoO_2/C$	3.75	140	360	98	368
$LiFePO_4/C$	3.25	150	360	105	341
LiV_2O_5/C	2.55	450	360	198	505
$LiCoO_2/Si$	3.50	140	3500	126	441
$LiFePO_4/Si$	3.00	150	3500	135	405
LiV_2O_5/Si	2.30	450	3500	396	910
$LiCoO_2/LiTi_5O_{12}$	2.45	140	150	70	172
$LiFePO_4/LiTi_5O_{12}$	2.00	150	150	75	150
$LiV_2O_5/LiTi_5O_{12}$	1.05	450	150	338	350

Основные этапы проведения исследований и развития проекта.

Достигнутые результаты:

-Разработан новый аморфный наноматериал на основе кремния для анода
-Проведены электрические испытания нового анодного материала: полученны результаты подтверждающие уникальность и перспективность использования материала в производстве Li-ion батарей

Проводимые работы и план работ на ближайшее будущее:

-Проводятся работы по методам травления металлических электродов
-Начаты работы по разработке и выбору компонентов для создания нового наноматериала для катода
-Планируется проведение ряда электрических испытаний получаемых катодных материалов
-В 2011 году будут начаты работы по изучению и выбору материалов для улучшения электролита Li-ion батарей