



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001–3.3.06-0050

*„Създаване на висококвалифицирани специалисти по съвременни материали
за опазване на околната среда: от дизайн до иновации”*

*Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз*

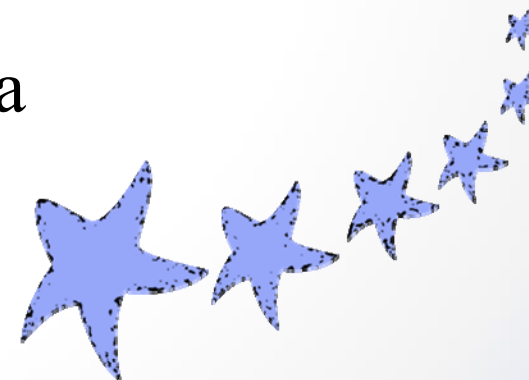


Европейски социален фонд

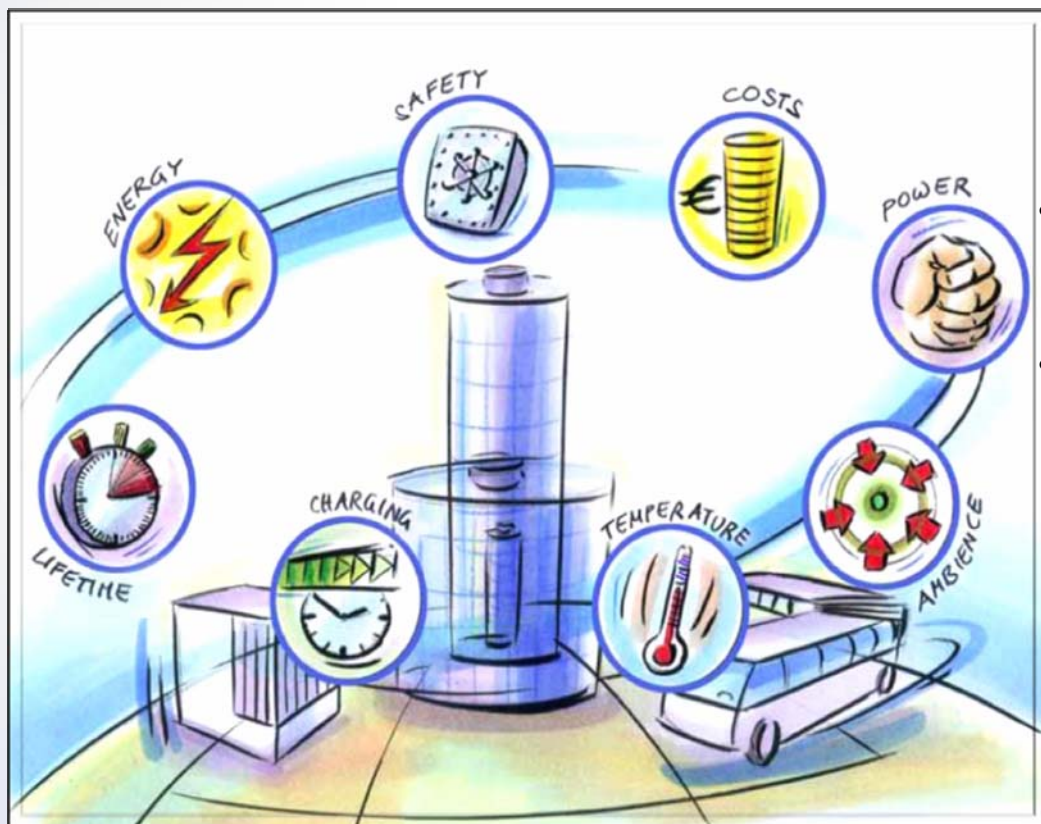
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
Институт по обща и неорганична химия

***Натриево-преходнометални оксиди като
алтернативни електродни материали за литиево-
йонни батерии***

Светлана Иванова



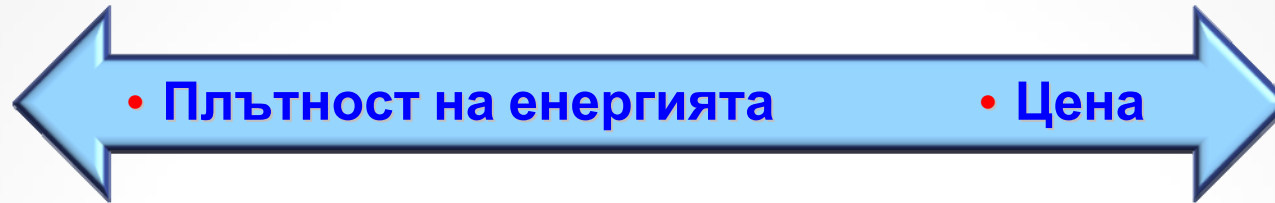
ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА В РАЗВИТИЕТО НА ЛИТИЕВО-ЙОННИТЕ БАТЕРИИ



КАК

- чрез получаване на нови **ЕЛЕКТРОДНИ МАТЕРИАЛИ, ЕВТИНИ БЕЗОПАСНИ ЗА ОКОЛНАТА СРЕДА**
- ЧРЕЗ използване на подходящ **МЕТОД НА СИНТЕЗ**

ХИБРИДНА ЛИТИЕВО-ЙОННАТА БАТЕРИЯ



Алтернатива на литиево-йонните батерии



ХИБРИДНА ЛИТИЕВО-ЙОННА БАТЕРИЯ

Натриев-йонни батерии

Разпространение, тегловни проценти

Al	8.23
Na	2.36
Mg	2.33

Li 2.10^{-3}



? M^{n+}



Литиране (+ Li^+)

Делитиране (- Li^+)



Електрод 2

	Li ⁺	Na ⁺
E° (vs SHE)/V	-3.04	-2.71
Относителна атомна маса	6.94	23.00
Теоретичен капацитет [mAh /g]	3861	1166

НОВО: ЛИТИЕВО-НАТРИЕВИ БАТЕРИИ

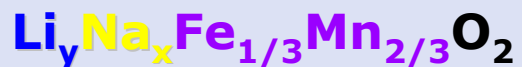
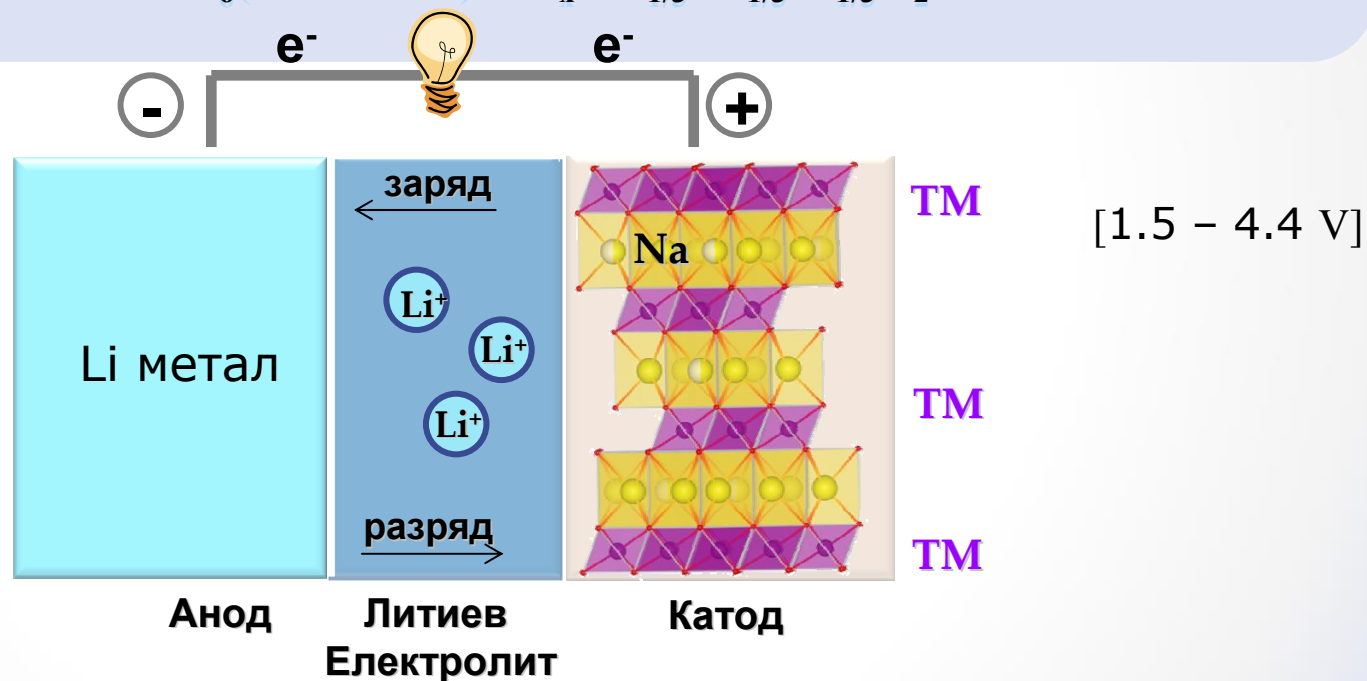
Електрохимична реакция в електрохимичната клетка:

Na-Li ОБМЕН



$$x_{\text{Na}} + x_{\text{Li}} \leq 1;$$

$$0 < x_{\text{Li}} < 0.8$$



СИНТЕЗ И СТРУКТУРНО ОХАРАКТЕРИЗИРАНЕ НА НАТРИЕВО-ПРЕХОДНОМЕТАЛНИТЕ ОКСИДИ

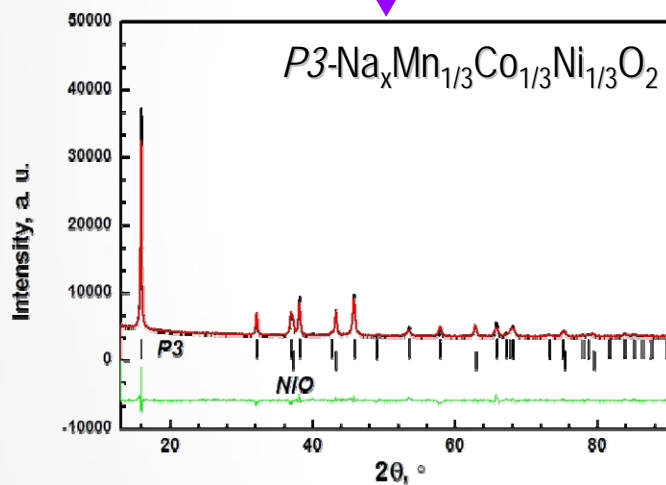
Механохимично взаимодействие

Na, Fe, Co, Ni, Mn
соли

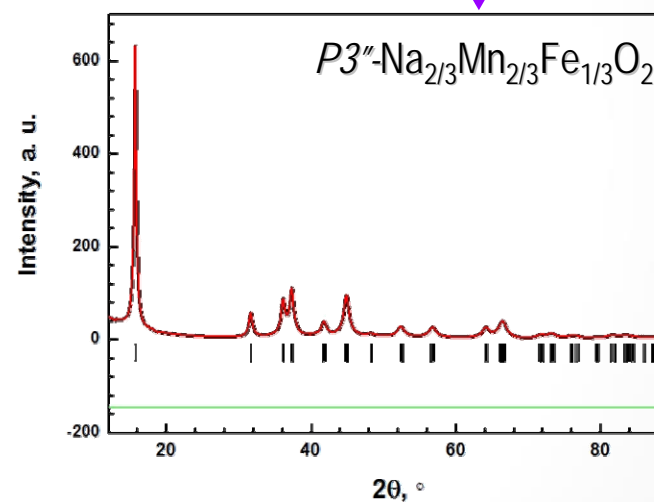
разлагане 400°C



800°C



600°C

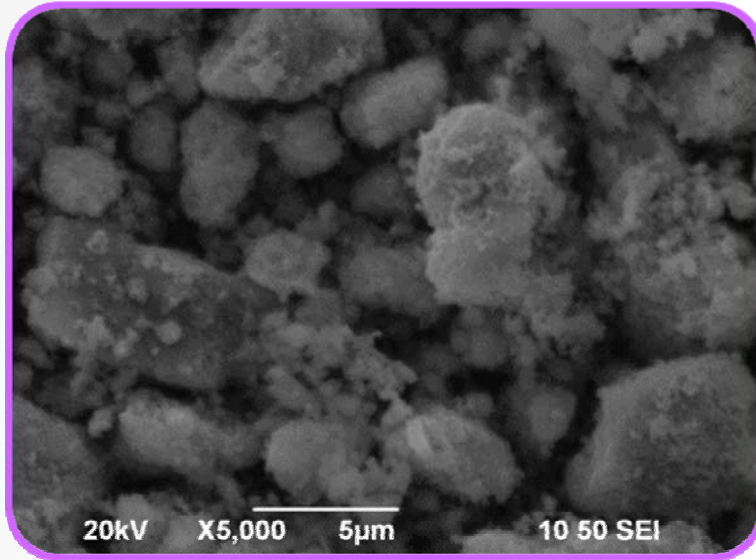


$\text{Na}_x\text{Co}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$				
Nominal composition	$T_{\text{annealing}}, ^\circ\text{C}$	$a, \text{Å}$	$c, \text{Å}$	$V, \text{Å}^3$
$x=0.5$	700	2.8299	16.7842	116.40
$x=0.5$	800	2.8308	16.7767	116.43
$x=0.67$	700	2.8368	16.7347	116.63
$x=0.67$	800	2.8400	16.7191	116.66

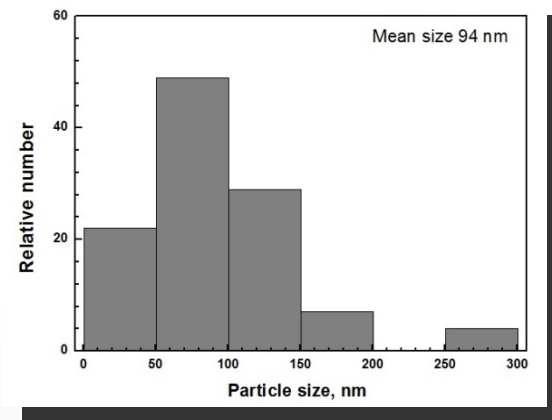
$\text{Na}_x\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$				
Nominal composition	$T_{\text{annealing}}, ^\circ\text{C}$	$a, \text{Å}$	$b, \text{Å}$	$c, \text{Å}$
$x=0.67$	500	5.0258	2.9063	5.8902
$x=0.67$	600	5.0258	2.9063	5.8902

МОРФОЛОГИЧНО ОХАРАКТЕРИЗИРАНЕ НА НАТРИЕВО-ПРЕХОДНОМЕТАЛНИТЕ ОКСИДИ

SEM



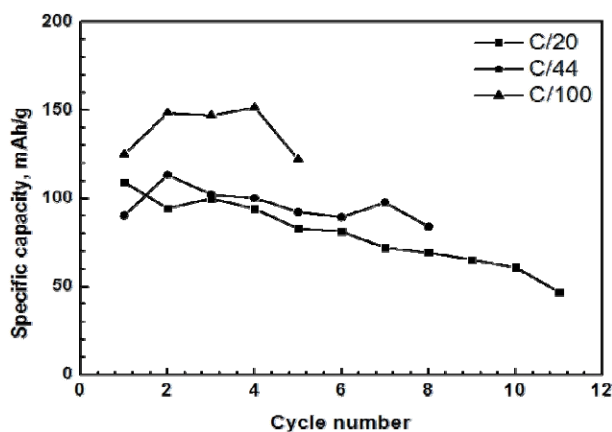
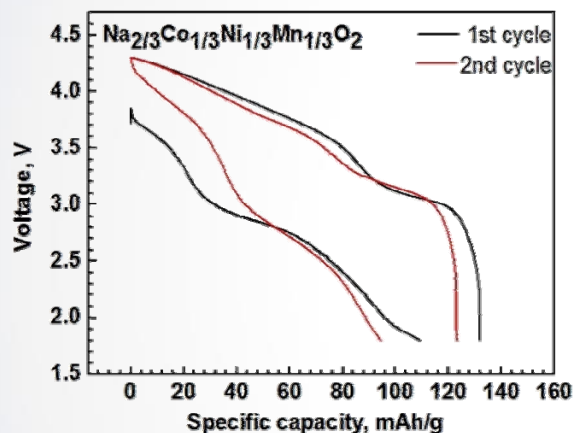
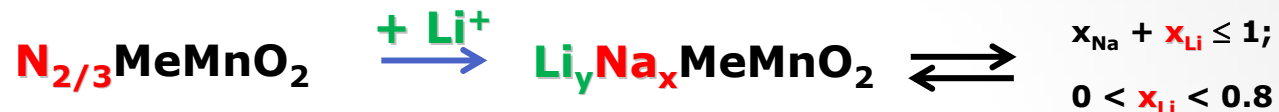
TEM



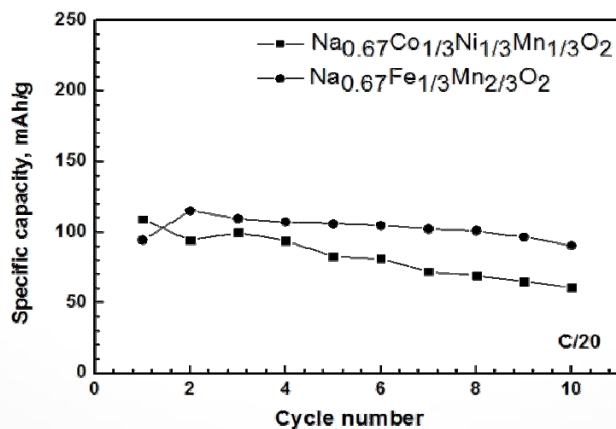
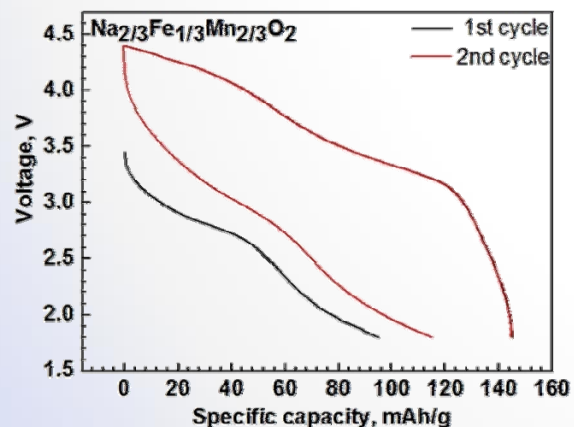
ЕЛЕКТРОХИМИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НАТРИЕВО-ПРЕХОДНОМЕТАЛНИТЕ ОКСИДИ

Електрохимична реакция в електрохимичната клетка:

Na-Li ОБМЕН

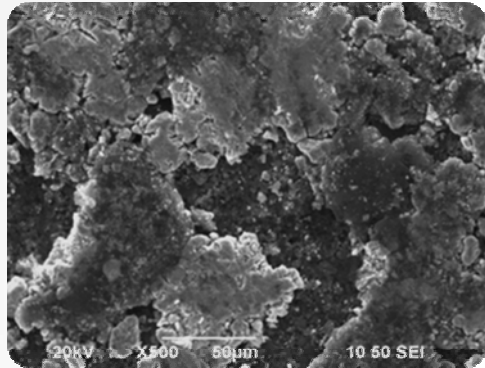


$\text{Na}_x\text{Co}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$			
Nominal composition	Rate	Lithium intercalation (mol)	Sodium amount (1-x) (mol)
x=0.5	C/100	0.83	0.15
	C/44	0.56	0.44
	C/20	0.42	0.58
x=0.67	C/100	0.48	0.52
	C/44	0.35	0.65
	C/20	0.35	0.65

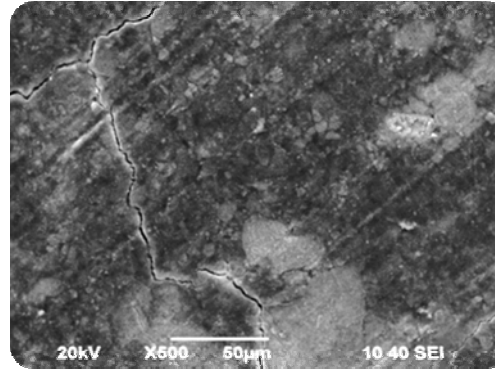


$\text{Na}_{2/3}\text{Fe}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$			
Nominal composition	Rate	Lithium intercalation (mol)	Sodium amount (1-x) (mol)
x=0.67	C/20	0.36	0.64

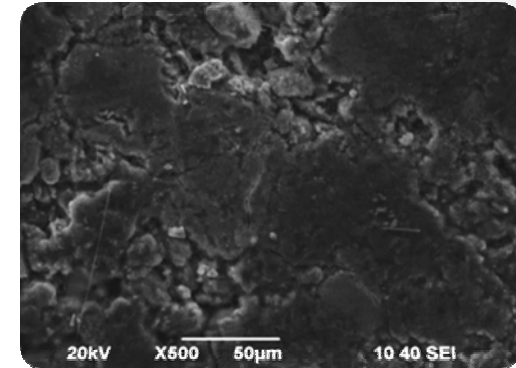
СЕМ АНАЛИЗ НА ЕЛЕКТРОДИ СЛЕД ЦИКЛИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОХИМИЧНАТА КЛЕТКА



a)



b)



c)

a) Неработил електрод

b) Електрод след 10 цикъла [1.5-4.4 V] при скорост на работа C/10.

c) Електрод след 10 цикъла [1.5-4.4 V] при скорост на работа C/100.

Element	Nominal composition	$\text{Na}_{0.5}\text{Co}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ (800°C) powder	Prisine electrode	Electrode cycled 10 cycles between 1.5-4.4 V C/100	Electrode cycled 10 cycles between 1.5-4.4 V C/10
Na	0.50	0.49	0.55	0.19	0.12
Mn	0.33	0.34	0.30	0.28	0.31
Co	0.33	0.34	0.36	0.33	0.37
Ni	0.33	0.32	0.34	0.39	0.32

ИЗВОДИ:

- Предлагаме иновативен подход за намаляване цената на литиево-йонните батерии- чрез разработването на хибридна литиево-йонна батерия. Батерията се състои в използване на натриево преходнометални оксиди вместо техните литиеви аналози. Материалите, необходими за синтезирането на оксидите са евтини и безопасни за околната среда.
- Използваният от нас метод е удобен за техническо изпълнение, като се получават възпроизводими резултати.
- Обратимата интеркалация на литий в структурата на натриево-преходнометалните оксиди прави тези материали подходящи за директно приложение в литиево-йонни батерии.

БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО

„Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд. ИОНХ - БАН носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерство на образованието, младежта и науката Оперативна програма “Развитие на човешките ресурси”