



РЭНЕРА
РОСАТОМ

Разработка «пост-литиевых» источников тока в компании

Русбат 2023

Лозовая О.В.

Начальник лаборатории по разработке ХИТ ООО «РЭНЕРА»

10.04.2023

Цели R&D Центра РЭНЕРА



Цель Центра: обеспечение технологического лидерства Госкорпорации «Росатом» в области систем накопления электрической энергии

Цель
проведение опытно-технологических работ по развитию заводской технологии и постановки продукции на производство, включая внедрение новых энергоемких материалов.



Цель

Повышение технологической готовности предприятий за счет разработки (проектирования) технологических и технических процессов и обеспечения решения проектных, инженерных, технологических и организационно-внедренческих задач.

Цель

создание прорывных технологий для решения актуальных проблем путем научно-исследовательской, экспериментальной, проектной деятельности.

Задачи


- Разработка и выполнение плана ОКР по созданию новых и перспективных литий-ионных аккумуляторных батарей (ЛИАБ)
- Обеспечение производства ЛИАБ и их составных частей, включая осуществление авторского надзора на производстве
- Разработка технологий изготовления ЛИАБ на серийном производстве и его сопровождение
- Разработка концепций повышения эффективности производства ЛИАБ
- Изготовление и испытание опытных образцов ЛИАБ;
- Разработка систем контроля и управления ЛИАБ
- Производство и изготовление ЛИАБ от ячейки до готового решения.



Инжиниринговый
Центр по СНЭЭ на
ЛИА

СНЭЭ – система накопления электроэнергии
ЛИАБ – литий-ионные аккумуляторные батареи

Задачи



Центр разработки
химических
источников тока и
материалов

- Разработка и выполнение плана задельных НИР и ОКР по созданию новых и перспективных ХИТ, альтернативных литий-ионным аккумуляторам (см. слайд 15)
- Обеспечение трансфера технологии производства ХИТ и материалов, включая осуществление авторского надзора за производством на заводе в Калининграде и др. (слайд 16)
- Участие в разработке технологических концепций серийного производства ячеек, модулей на основе литий-ионных аккумуляторов (слайды 17-18)
- Участие в разработке концепции и технологических решений по увеличению объема производства катодных материалов в ОП г. Новосибирска и др. (слайд 19)
- Изготовление и испытания опытных образцов перспективных ХИТ, альтернативных литий-ионным аккумуляторам, и готовых решений на их основе (см. слайды 20-23)
- Разработка систем контроля и управления аккумуляторной батареей (СКУ, BMS) на основе ХИТ, альтернативных ЛИА (слайд 24)
- Осуществление образовательной и просветительской деятельности в области ХИТ и СНЭ.

СНЭЭ – система накопления электроэнергии

ЛИА – литий-ионные аккумуляторы

ХИТ – химические источники тока

Центр разработки ХИТ 2023: структура и функционал



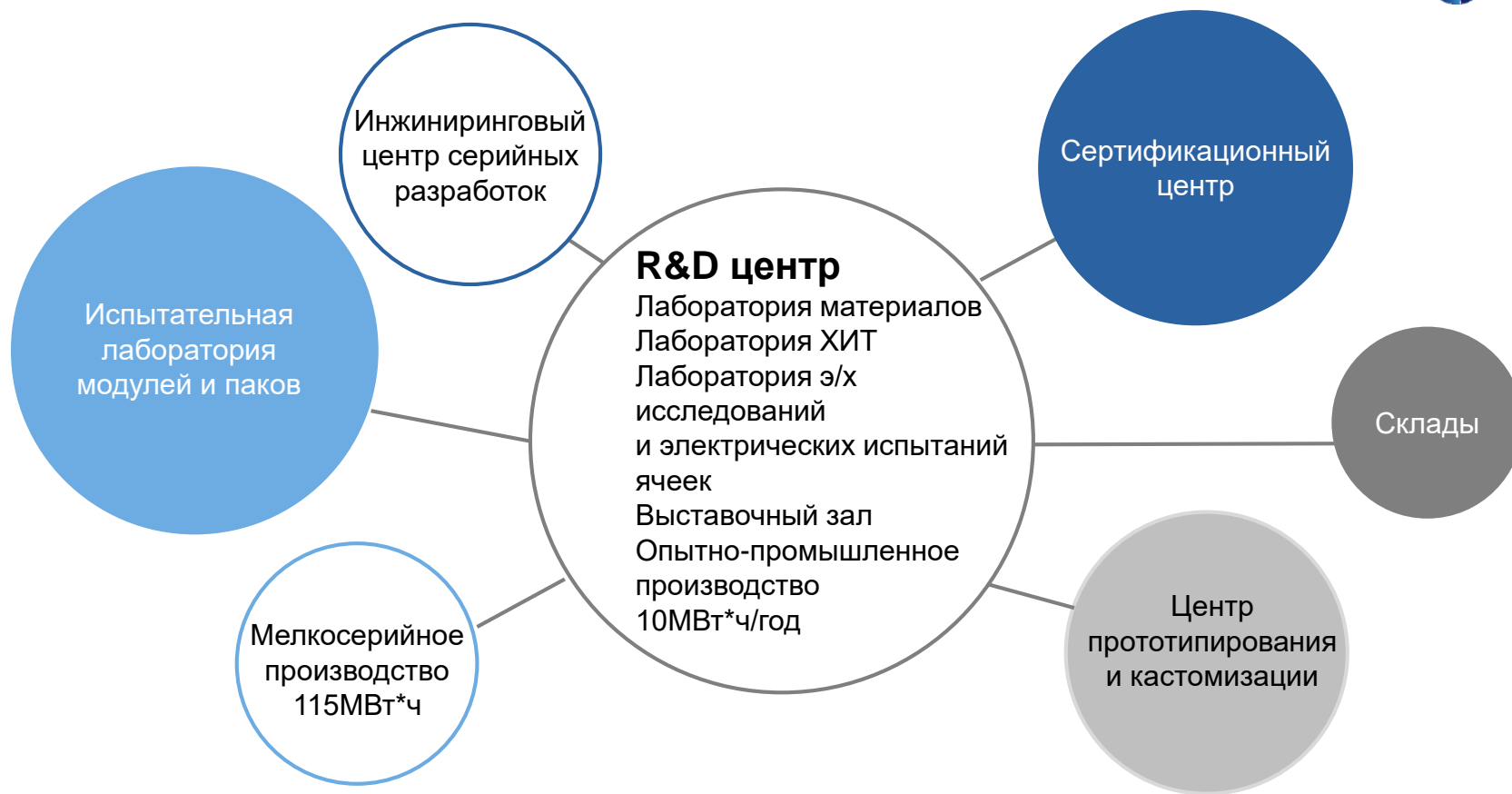
Формирование в 2023 г. на площадке Московского завода полимеров Центра разработки ХИТ обеспечит создание перспективных ХИТ, альтернативных ЛИА, электродных материалов и электролитов для них

Основные цели и задачи

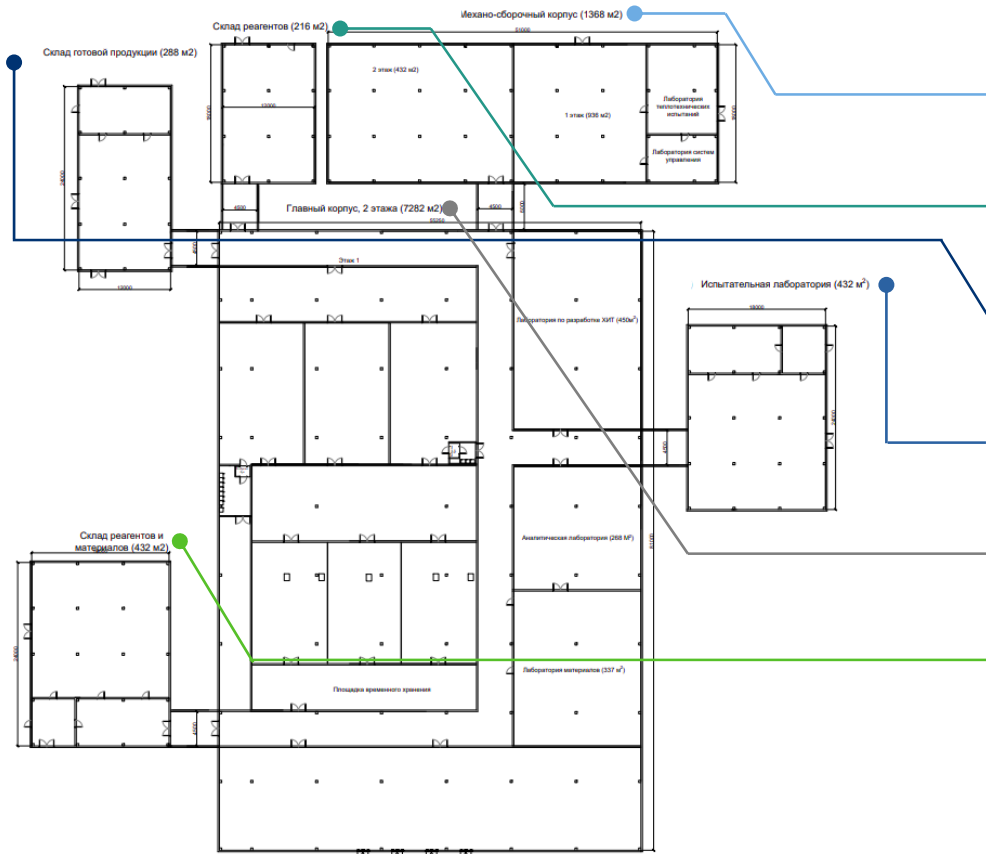
- 01** Разработка состава и способа изготовления электродов и ХИТ (лаборатория разработки ХИТ)
 - 02** Разработка КД на АКБ и накопители электроэнергии (группа разработки АКБ)
 - 03** Изготовление опытных образцов накопителей электроэнергии и АКБ на основе разработанных ХИТ (опытно-производственный участок АКБ)
 - 04** Проведение испытания ХИТ на соответствие ТУ и ГОСТ (испытательная лаборатория ХИТ и АКБ)
 - 05** Разработка технологической документации на производство альтернативных ХИТ, АКБ, НЭ, обеспечение трансфера технологии из EnerTech (отдел развития производственных технологий)
-



Структура R&D центра в 2027 году



Планировка участка R&D центра



- Механо-сборочный корпус (1 350м²)
- Склад реагентов (216м²)
- Склад готовой продукции (288м²)
- Испытательная лаборатория (432м²)
- Главный корпус (7 282м²)
- Склад реагентов и материалов (432м²)

Основа главного корпуса R&D – разработка литиевых и пост литиевых технологий, опытное производство кастомизированных продуктов



Лаборатория материалов – разработка материалов для литевой и пост литевой тематики, выполнение НИОКР по материалам.



Лаборатория ХИТ – изготовление макетных и опытных образцов ХИТ по литевой и пост литевой тематикам



Опытно-промышленное производство 10МВт*ч/год – производство ячеек различных форм-факторов и типоразмеров для выполнения НИОКР

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

ХИТ – химические источники тока

01 Разработка или обеспечение трансфера технологии производства материалов для ЛИА:

- катодных и анодных материалов;
- электролитов;
- материалов компонентов связующего электродных масс.

03 Разработка или обеспечение трансфера технологии производства материалов для ХИТ, альтернативных ЛИА, включая твердотельные, литий-серный, натрий-ионные и др.:

- катодных и анодных;
- электролитов;
- материалов компонентов связующего электродных масс.

02 Технологическое сопровождение производства катодных материалов в ОП в г. Новосибирск



01 Первичная проверка электрохимических характеристик материалов на макетных образцах (CR2032) литиевых и постлитиевых ХИТ и на лабораторной линии производства ячеек.



02 Разработка опытных технологий производства литиевых и пост-литиевых ХИТ аккумуляторов различных форм-факторов (пауч, призма, цилиндр) .



03 Разработка промышленных технологий производства литиевых и пост-литиевых ХИТ аккумуляторов различных форм-факторов (пауч, призма, цилиндр) с передачей их в опытно-промышленное и серийное производства.



Цели и задачи опытно-промышленного участка (отдела) ХИТ

Создание опытно-промышленного производства позволит разработать кастомизированный продукт TRL9 в различных форма-факторах (пауч, призма, цилиндр)

Производительность	Тип ячеек	Энергопотребление, кВт
10 МВт*ч/год	Пауч, призма, цилиндр	3 000
Занимаемая площадь		
1900/2250м ² (Технологический участок/общая площадь с инженерными системами)		

Типы продуктов, выпускаемых на опытно-промышленном участке

Типоразмер	Емкость	Диапазон рабочих температур (высокотемпературное/низкотемпературное исполнение)	Максимальный ток разряда (высокомощное исполнение)
18650 - 32700	1 – 6,5Ач	0 - +70/-50 - +30	20С
50x100x5 – 150x300x15	5 - 90	0 - +70/-50 - +30	40С
50x100x10 – 150x250x70	10 - 200	0 - +70/-50 - +30	10С



Реализация плана НИОКР по разработке технологии производства новых видов аккумуляторов и материалов

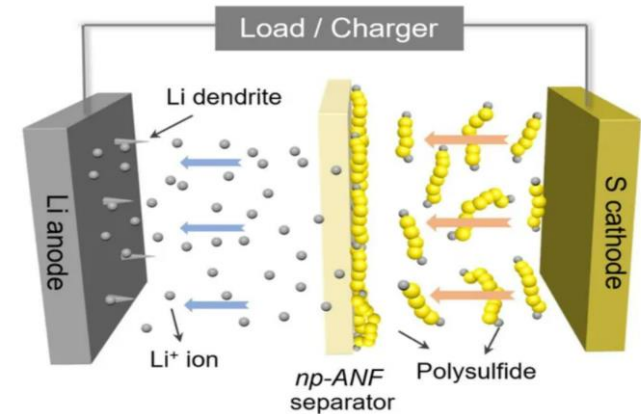


№	Наименование раздела НИОКР *	Продукт, технология	Ожидаемый результат 2022 г.	Срок реализации	Текущий статус
1	Разработка технологии производства литий-серного аккумулятора	Способ изготовления литий-серного аккумулятора (ЛСА) и материалов	Экспериментальный образец литий-серного аккумулятора	2022-2025	Выполнение работы
2	Разработка технологии производства натрий-ионного аккумулятора	Способ изготовления натрий-ионного аккумулятора (НИА) и материалов	Экспериментальный образец натрий-ионного аккумулятора	2022-2025	Согласование ТЗ
3	Разработка твердотельного аккумулятора	Способ изготовления твердотельного литий-ионного аккумулятора, а также альтернативных аккумуляторов	Экспериментальный образец твердотельного ЛИА	2022-2026	Выполнение работы
4	Разработка технологии получения анодных материалов на основе кремния и графита для ЛИА	Анодный порошок на основе кремний-графитового композита	Экспериментальный образец ЛИА с анодом на основе кремний-графитового композита, организация опытного производства	2022-2028	Согласование ТЗ

01. НИР «Разработка технологии производства литий-серного аккумулятора»

Преимущества ЛСА по сравнению с ЛИА

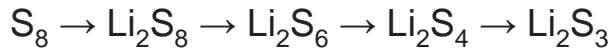
1. Относительно низкая стоимость материалов
2. В 2 раза большая плотность энергии при одинаковой массе
3. Величина емкости в 3-5 раз больше при соизмеримых размерах
4. Меньшее время заряда и большее время работы.
5. Более высокая экологическая безопасность



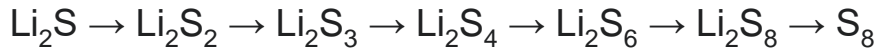
Катодный материал: сера

Анодный материал: литий

Разряд



Заряд



01. Научная новизна продукта, разрабатываемого в НИР ЛСА

Научная новизна

1. Создание ЛСА с высокой удельной энергией, мощностью и длительным сроком эксплуатации.
2. Разработка оптимального состава электролитной системы.
3. Увеличение длительности циклирования металлического литиевого электрода.
4. Создание пористого токового коллектора для положительного электрода ЛСА

Цели

1. Повышение удельной энергии и мощности.
2. Увеличение срока эксплуатации.
3. Понижение скорости саморазряда.
4. Увеличение диапазона рабочих температур.
5. Обеспечение обратимости, глубины и скорости электрохимических превращений серы и полисульфидов лития.
6. Повышение поверхностной емкости электрода, способного к многократному зарядно-разрядному циклированию.

Характеристика целевого продукта ЛСА

ПАРАМЕТР	ЕД. ИЗМЕРЕНИЯ	БАЗОВЫЙ ЛСА	ЛСА С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ	ЛСА С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТЬЮ
Максимальный ток непрерывного заряда и разряда	C-rate	0,2-1,0	0,1	2-4
Удельная весовая энергия	Вт·ч/кг	≥ 300	≥ 400	≥ 260
Удельная объёмная энергия	Вт·ч/л	≥ 330	≥ 440	≥ 280
Удельная весовая мощность	Вт/кг	60-300	40	520-1040
Удельная объёмная мощность	Вт/л	66-330	44	560-1120
Диапазон рабочих температур	°C	0 ÷ 60	0 ÷ 60	0 ÷ 60
Ресурс при остаточной ёмкости 80% от номинальной	циклов	≥ 500	≥ 100	≥ 200

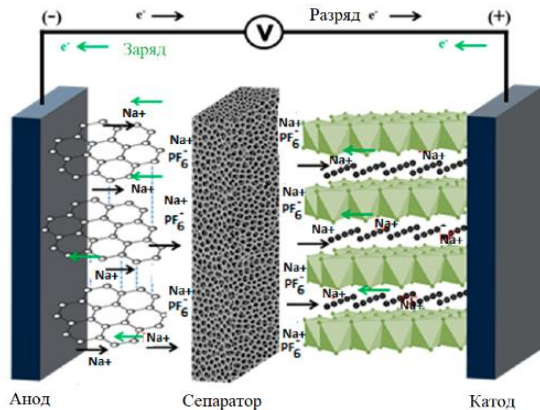
02. НИР «Разработка технологии производства натрий-ионного аккумулятора»

Катодные материалы

- слоистые оксиды натрия и переходных металлов
- полианионные соединения
- аналоги Берлинской лазури

Анодные материалы

- Углеродные материалы - 'soft/мягкий' и 'hard/твердый' углерод
- На основе металлов и сплавов, оксидов: титанаты натрия, литий-титановая шпинель
- сплавы олова, сурьмы и фосфора



02. Научная новизна продукта НИА, разрабатываемого в НИР

Научная новизна

1. Повышение числа циклов работы за счет использования многослойного оксидного катода.
2. Разработка оптимальной конструкции электродов.
3. Использование экологически чистых материалов.

Цели

1. Повышение мощности НИА.
2. Повышение плотности энергии.
3. Сокращение времени зарядки.
4. Увеличение срока службы.

Характеристика целевого продукта НИА

ПАРАМЕТР	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ЗНАЧЕНИЕ
Максимальный ток непрерывного заряда и разряда	C-rate	
Удельная весовая энергия	Вт·ч/кг	
Удельная объёмная энергия	Вт·ч/л	
Удельная весовая мощность	Вт/кг	
Удельная объёмная мощность	Вт/л	
Диапазон рабочих температур	°C	
Ресурс при остаточной ёмкости 80% от номинальной	циклов	

03. Описание продукта «Твердотельный литий-ионный аккумулятор»

Преимущества ТТЛИА перед ЛИА:

1. Более быстрая зарядка (до 6 раз).
2. Более высокая плотность энергии (до 2 раз).
3. Увеличенный срок службы (до 10 лет).
4. Меньший вес и размер.
5. Пониженный саморазряд.
6. Повышенная безопасность и экологичность.

Электродные материалы:

- Катодные материалы:
LCO, NMC, NCA и др.
(Li-S – персп. катод. мат.)
- Анодные материалы:
 In , $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$, $\text{SnO-B}_2\text{O}_3$, $\text{SnS-P}_2\text{S}_5$,
 Li_2FeS_2 , FeS , NiP_2 , Li_2SiS_3



Электролиты:

- Неорганические (керамика) – оксиды, сульфиды, фосфаты, например,
 $\text{Li}_{9.54}\text{Si}_{1.74}\text{P}_{1.44}\text{S}_{11.7}\text{Cl}_{0.3}$,
- Органические твердые (полимеры)
- Композитные

03. Научная новизна продукта, разрабатываемого в НИР

Научная новизна:

1. Разработка оптимальной конструкции электродов.
2. Использование новых композитных материалов

Цели:

1. Повышение плотности энергии.
2. Сокращение времени зарядки.
3. Увеличение срока службы.

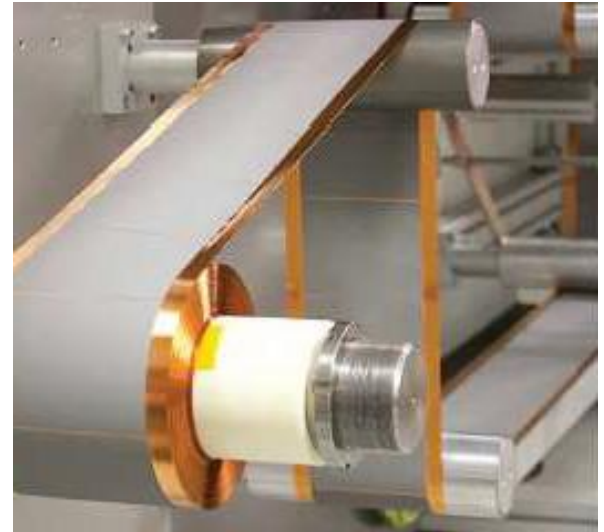
Характеристика целевого продукта ТТЛИА

ПОКАЗАТЕЛЬ	ТРЕБОВАНИЕ
Массовая плотность энергии, Втч/кг	не менее 150
Объемная плотность энергии, Втч/л	не менее 400
Количество циклов заряд-разряд	не менее 800

04. НИР «Разработка технологии производства композитного анодного материала на основе C-Si для литий-ионных аккумуляторов»

Преимущества Si/C

1. Si занимает второе место (после кислорода) по распространенности в земной коре
2. Si обладает самой высокой теоретической удельной емкостью – 4200 мАч/г (графит – 375 мАч/г)
3. Доступность сырья
4. Более высокая экологическая безопасность



04. НИР «Разработка технологии производства композитного анодного материала на основе C-Si для литий-ионных аккумуляторов»

Цели:

1. Создание конкурентоспособного анодного материала с высокими электрохимическими характеристиками
2. Создание производства анодных материалов на базе РФ

Характеристика целевого продукта

Показатель	Требование
Разрядная емкость на 1-м цикле, мАч/г	не менее 600
Необратимая емкость на 1-м цикле при токе 0,1С, мАч/г	не более 20
Ресурс (1С/1С)	не менее 1000

Планируемые цели к достижению к 2027 году:
Создание опытно-промышленного производства

Спасибо

Лозовая О.В.

Начальник лаборатории по разработке ХИТ

Re nera.ru

re nera@rosatom.ru