



Разработка металл-серных проточных аккумуляторов

Магомед Ахмедов

СЕО ООО «ДАГЛИТИЙ»

+79634211572

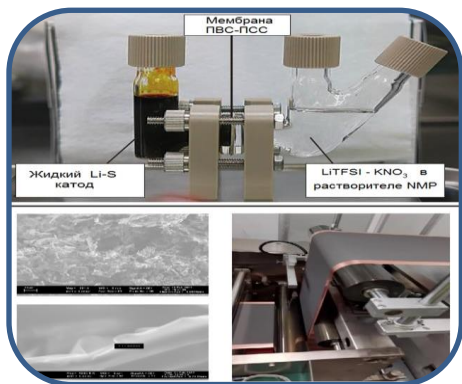
www.daglithium.ru

ЭНЕРГОЕМКИЕ НАКОПИТЕЛИ МОЩНОСТЬЮ ОТ 5 КВТ·Ч



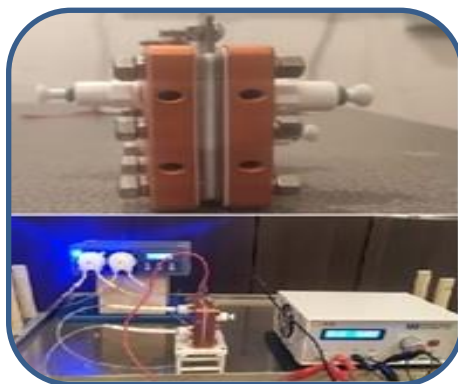
Резюме проекта

ООО «ДАГЛИТИЙ» занимается разработкой **составных частей и компонентов металл-серного проточного аккумулятора (МСПА)** – энергоемких накопителей энергии, обеспечивающих более продолжительный срок службы, высокую мощность и плотность энергии по сравнению с существующими аналогами.



Разработаны материалы:
оксид графена и S –катод

+ 2 патента РФ



Собраны лабораторные
прототипы МСПА

+ 1 заявка на патент РФ



Проведены испытания
Уровень проекта TRL-6

Привлечено > 3 млн. ₴

Решаемая проблема

Технологическая эволюция: накопителей электрической энергии ¹



Проблемы аккумуляторной батареи

высокая стоимость
≥ \$152 /кВт·ч [Li-ion]

предельная емкость
≤ 250 Вт·ч/кг [Li-ion]

пажароопасность

недолгий срок службы
≤ 5-7 лет [Li-ion]

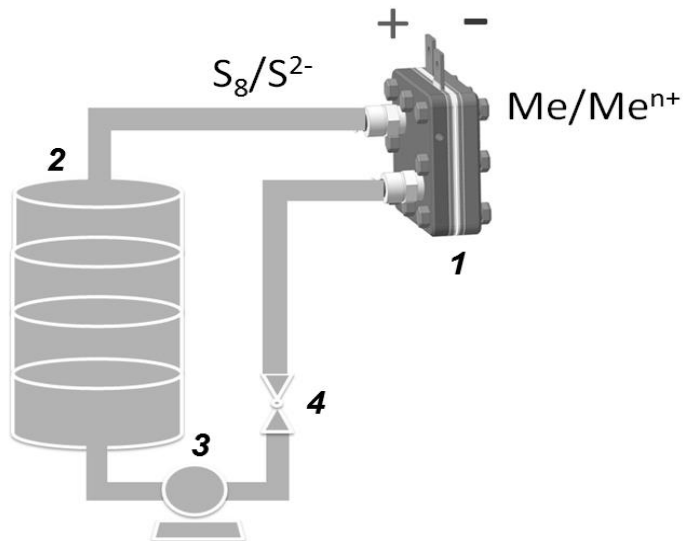
1. Новые технологические решения для «умного» дома <https://issek.hse.ru/news/200887749.html>



Описание предлагаемого решения

Сера в качестве катодного материала + проточный перезаряжаемый электролит

Схема Me - S проточного аккумулятора

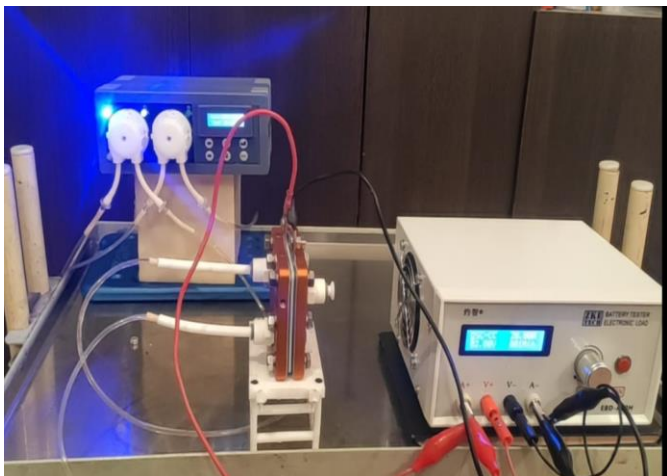


| Катод | Теоретическая удельная энергия катода, Вт·ч/кг | Расходы, \$/кг |
|---------|--|----------------|
| Li-NMC* | 330 | 23 |
| Li-S | 2615 | << 7 |
| Na-S | 1273 | << 3 |
| K-S | 914 | << 4 |
| Mg-S | 1722 | << 3 |
| Ca-S | 1835 | << 2 |
| Zn-S | 1083 | << 1 |
| Al-S | 1392 | << 1 |

* Литий-никель-марганец-кобальт-оксидный аккумулятор (Li-NiMnCoO_2 или Li-NMC)

Сера в качестве катодного материала + проточный перезаряжаемый электролит

Проточный Me - S аккумулятор



- ✓ Создан лабораторный образец;
- ✓ Уровень готовности нашей технологии продукта TRL -6;
- ✓ Имеется интеллектуальная собственность:
 - 1) Подана заявка патента на изобретение РФ № 2023101357 от 23.01.2023 Металл-серный проточный аккумулятор / ДАГЛИТИЙ.
 - 2) Патент РФ № 2796628С2 от 29.05.2023 г. Способ получения литий-серного катода / ДАГЛИТИЙ.
 - 3) Патент РФ № 2796672С2 от 29.05.2023 г. Способ получения оксида графена /ДАГЛИТИЙ.

| Li-S | Na-S | K-S | Ca-S | Mg-S | Zn-S | Al-S |
|---|---|---|---|------|---|---|
| 400-680 Вт·ч/кг ≥ 10000 шт. циклов з/р* | 250-380 Вт·ч/кг ≥ 12000 шт. циклов з /р | 250-410 Вт·ч/кг ≥ 12000 шт. циклов з /р | 260-400 Вт·ч/кг ≥ 12000 шт. циклов з/р* | | 250-350 Вт·ч/кг ≥ 12000 шт. циклов з/р* | 250-350 Вт·ч/кг ≥ 12000 шт. циклов з/р* |

* Количество выдерживаемых циклов разряда/разряда при 1С

Конкурентные преимущества

Таблица 2.

Анализ потенциальных конкурентов и сравнение с аналогами и конкурентные преимущества.

| Значимые характеристики Li-S батареи для потребителя | ООО «ДАГЛИТИЙ» (Россия) Li-S | Конкуренты по проточным батареям | | |
|--|------------------------------|----------------------------------|--|---|
| | | VRB Energy (Канада) V | NanoFlowcell ¹ (Швейцария) Li-S | StorTera ² (Великобритания) Li-S |
| Удельная энергия, Вт·ч/кг | 400-680 | 60 | 400 | 126 |
| Количество циклов заряд/разряд | ≥ 10 000 | ≥ 10 000 | 10 000 | 7500 |
| Возможность работы в пределах температур, °C | -50÷+100 | -40÷ +60 | -50÷ +100 | -50÷ +80 |

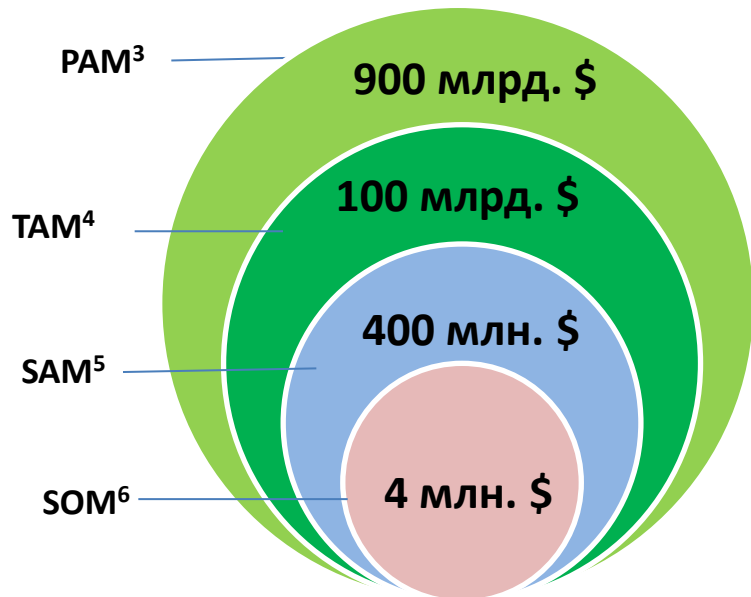
1. VRB Energy <https://vrbenergy.com/>

2. NanoFlowcell <https://www.nanoflowcell.com/>

3. StorTera <https://www.stortera.com/flow-battery/>

Бизнес-модель и оценка рынка

Оценка рынка продукта



E Global Renewable Energy Market²
(2023-2032)

\$0.90 Tr
2022

\$2.06 Tr
2032

CAGR 8.6%
2023-2032



Key Players INNERGEX



enel

ARCHAEA ENERGY

ABB

К 2032 году рынок промышленных батарей для ВИЭ может достигнуть 500 млрд. \$²

2. Global Renewable Energy Market 2022-2032 <https://www.extrapolate.com/energy-and-power/renewable-energy-market/87379>

3. PAM – Маркетинговый отчет 2023-2028: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/lithium-ion-battery-market-industry2>

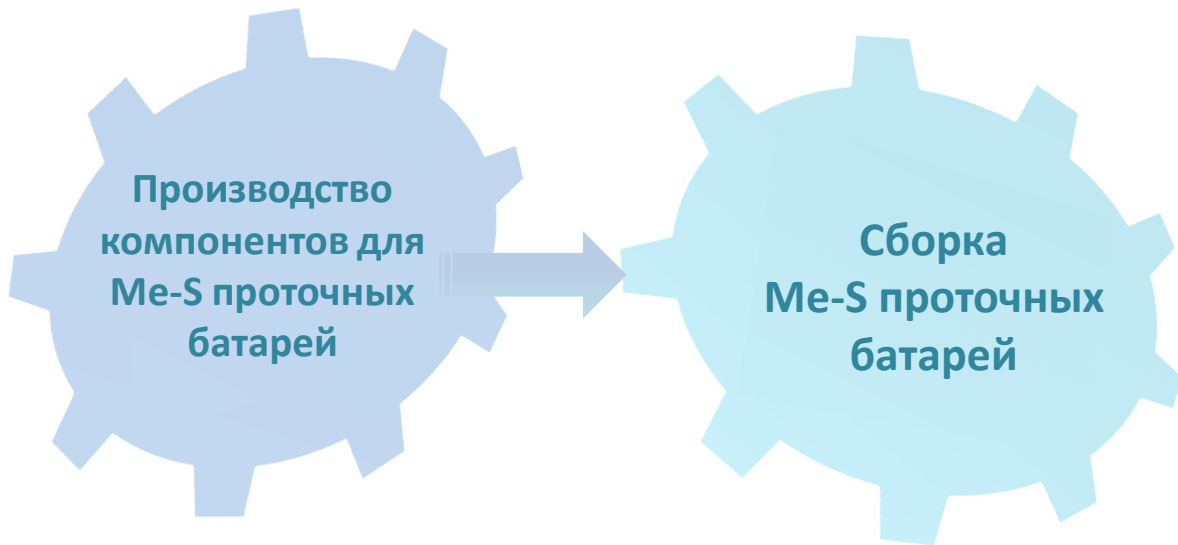
4. TAM -Рынок НТИ Энерджинет <http://www.nti2035.ru/markets/energynt>

5. SAM - TADVISER. В России создали дорожную карту по развитию аккумуляторов <http://clck.ru/34eCtx> ;

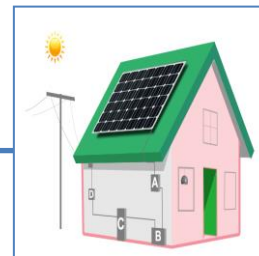
6. Российский рынок аккумуляторов к 2030 году <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/02/15/909489-rinok-akkumulyatorov>

Бизнес-модель и оценка рынка

Бизнес-модель Сегмент: B2B



| Способы заработка | Продажа лицензий на технологию производства материалов | Собственное производство |
|-------------------|--|--------------------------|
| Доходность | ≥ 300 млн ₽/год | 1000 млн ₽/год |



- Стабилизация выработки электроэнергии;
- удешевление хранения энергии;
- уменьшение углеродного следа.

- Увеличение запаса хода;
- Снижение стоимости батарей;
- Уменьшение углеродного следа

Предложение на пилот/ Приглашение к партнерству

Старт
Январь 2024

Проведение ОПИ* МСПА **
май – август 2024

Завершение ОПИ
сентябрь – ноябрь 2024



| Потребители -производители (Заказчик) | Опытно-промышленные испытания Me-S проточных аккумуляторов, мощностью | Запрос на финансирование |
|---------------------------------------|---|--------------------------|
| Умных домов | от 5 кВт·ч | от 100 тыс. ₺ |
| Зарядных станции для электромобилей | от 15 кВт·ч | от 300 тыс. ₺ |
| Электротранспорт | от 15 кВт·ч | от 300 тыс. ₺ |
| Объектов ВИЭ** | от 15 кВт·ч | от 300 тыс. ₺ |

*Опытно-промышленные испытания;

** Металл-серные проточные аккумуляторы; *** Возобновляемая энергетика

Предложение на пилот

Старт
Январь 2024

Проведение ОПИ
май – август 2024

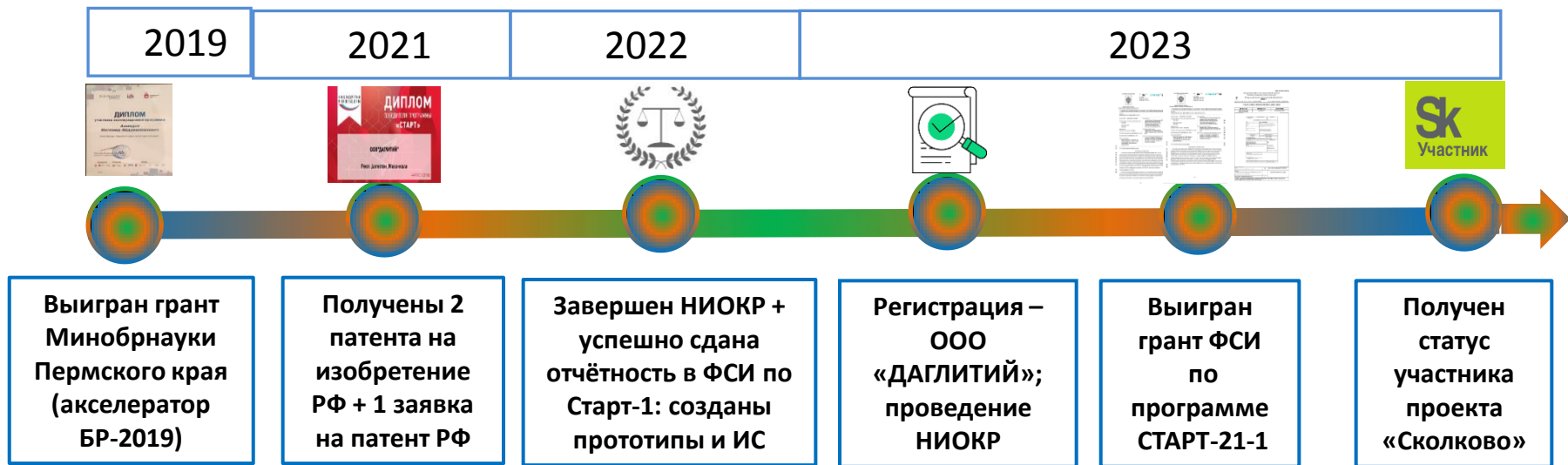
Завершение ОПИ
сентябрь – ноябрь 2024



ОЖИДАЕМЫЕ ЭФФЕКТЫ ДЛЯ ЗАКАЗЧИКА:

- ✓ Снижения капитальных затрат;
- ✓ Снижение счетов за электроэнергию (по оценкам пользователей — до 35%);
- ✓ Создание системы резервного питания в случае аварийного отключения централизованного электроснабжения;
- ✓ Максимизация использования чистой возобновляемой энергетики;
- ✓ Снижение углеродного следа (по оценкам ученых можно содержание CO_x снизится до 30%)
- ✓ Балансировка национальной энергетической сети в масштабах страны.

Статус проекта



А также Hi-Tech
компании

Заинтересованы в развитии нашего проекта!

Команда проекта



Участник

Опыт / Достижения



**Гафуров Малик
Магомедович**

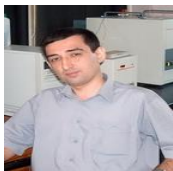
Главный научный
сотрудник

Успешно завершено
35 проектов (ФЦП, РФФИ)
+20 внедрений (хоз. договоров)
+150 статей Scopus/WOS
в области ХИТ



Рабаданов К.Ш.
к.х.н.
Технолог

Успешно завершено
11 проектов (ФЦП, РФФИ)
+50 статей Scopus/WOS
в области ХИТ



Атаев М. Б.
научный сотрудник

Успешно завершено
11 проектов ФЦП, РФФИ
Автор +30 Scopus/WOS в области
материаловедения



Ахмедова А. Д.
Инженер -исследователь

Соавтор 2 заявок на патент РФ
+2 й публикаций Scopus/WOS



Ахмедов М.А.
СЕО ООО ДАГЛИТИЙ

Успешно завершено
3 проекта (ФСИ, Гранты
Минобрнауки Пермского
края, РФФ);
+2 успешных внедрения
на сумму **160 млн. рублей**;
Автор **6 патентов** и **+20
публикаций** Scopus/WOS в
области ХИТ.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ



- ✓ Магомед Ахмедов
СЕО ООО «ДАГЛИТИЙ»
- ✓ Тел.: +79634211572
- ✓ Е-майл: ama.mag@mail.ru
- ✓ сайт <http://daglithium.ru>



Комплексные решения для систем накопления энергии в сфере электротранспорта и энергетики

Описание предлагаемого решения

Сера в качестве катодного материала + проточный перезаряжаемый электролит

Таблица 1. Данные емкости и срока службы металл-серных проточных аккумуляторов

| Анод | Суммарная реакция | Номинальное напряжение, В | Теор. удельная энергоёмкость, Вт·ч/кг | Практическая удельная мощность, Вт·ч/кг | | | Количество циклов заряда / разряда при скорости 1С и энергоэффективность | | | | | |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---|------------|------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | -20 °С | +40 °С | +80 °С | -20 °С | | +40 °С | | +80 °С | |
| | | | | | | | шт. | КПД, % | шт. | КПД, % | шт. | КПД, % |
| Li ⁺ /Li | $S_8 + 16Li = 8Li_2S$ | 2,05 | 2615 | 400 | 620 | 680 | 2500 | 85 | 8000 | 97 | 10000 | 95 |
| Na ⁺ /Na | $S_8 + 16Na = 8Na_2S$ | 1,85 | 1273 | 250 | 350 | 380 | 4500 | 82 | 10000 | 95 | 12000 | 92 |
| K ⁺ /K | $S_8 + 16K = 8K_2S$ | 1,88 | 914 | 250 | 380 | 410 | 4500 | 82 | 10000 | 94 | 12000 | 92 |
| Mg ²⁺ /Mg | $S_8 + 8Mg = 8MgS$ | 1,7 | 1722 | 260 | 380 | 400 | 4000 | 80 | 10000 | 93 | 12000 | 90 |
| Ca ²⁺ /Ca | $S_8 + 8Ca = 8CaS$ | 2,1 | 1835 | 260 | 380 | 400 | 4000 | 80 | 10000 | 93 | 12000 | 90 |
| Zn ²⁺ /Zn | $S_8 + 8Zn = 8ZnS$ | 1,04 | 1083 | 250 | 320 | 350 | 4500 | 84 | 16000 | 90 | 20000 | 88 |
| Al ³⁺ /Al | $3S_8 + 16Al = 8Al_2S_3$ | 2,4 | 1392 | 250 | 320 | 350 | 4500 | 82 | 16000 | 88 | 20000 | 85 |



- 1. Статья** - М. М. Гафуров, М. А. Ахмедов, С. И. Сулейманов [и др.] Электрофизические свойства системы ПЭГ 1500–LiTFSI // Электрохимия. – 2021. – Т. 57, № 11. – С. 679-688. – <https://doi.org/10.31857/S0424857021110049>
- 2. Статья** - М. М. Gafurov, K. S. Rabadanov, M. B. Ataev [et al.] Research of the structure and dynamic interactions of particles in the $\text{Li}_{0.42}\text{K}_{0.58}\text{NO}_3\text{-R}$ ($\text{R} = \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3, \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$) and $(\text{LiNO}_3\text{-LiClO}_4) - \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ composites in various temperature conditions and phase states// *Spectrochimica acta Part A: Molecular and biomolecular spectroscopy*. – 2021. – Vol. 257. – P. 119765. – <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.119765>
- 3. Заявка на патент РФ № 2020105240 от 04.02.2020 г.** Название изобретения «Сшитые сополимеры поливинилового спирта-полистиролсульфоокислоты и способы их получения» / Патентообладатель: Ахмедов М.А.
- 4. Заявка на патент РФ № 2023101357 от 23.01.2023 г.** Название изобретения: Металл-серный проточный аккумулятор. /Патентообладатель: ООО «ДАГЛИТИЙ».
- 5. Патент РФ № 2796628С2.** МПК H01M 4/04, H01M 10/052 Способ получения литий-серного катода / Ахмедов М.А., Гафуров М.М., Рабаданов К.Ш., Атаев М.Б., Ахмедова А.Д. - № 2022119788, заяв. от 19.07.2022 г., опубл: 29.05.2023 г. // Изобретения. Патент. – 2023. – Бюл. № 16 -24 с. <https://www.fips.ru/cdfi/fips.dll/ru?ty=29&docid=2796628>
- 6. Патент РФ № 2796672С2.** МПК C01B 32/198, B82Y 40/00, C25B 1/135. Способ получения оксида графена / Ахмедов М.А., Гафуров М.М., Рабаданов К.Ш., Атаев М.Б., Ахмедова А.Д. - № 2022119789, заяв. от 19.07.2022 г., опубл: 29.05.2023 г. // Изобретения. Патент. – 2023. – Бюл. № 16 -22 с. <https://www.fips.ru/cdfi/fips.dll/ru?ty=29&docid=2796672> .