

Интересно наблюдать как готовятся к усилению обратной разрушающей связи в централизованном энергоснабжении, давление на которое кроме "рынков" (в т.ч. псевдо) уже начинают осуществлять и некоторые компоненты нового энерго-технологического стека (технологии хоть и новые, но тема старая - паразитизм на не участниками созданной надежности, ну и "котле" как таковом).

Кроме "микро-сетей" ( т.н. micro-grids ) популяризируется тема систем накопления электроэнергии (далее СНЭЭ ).

Обычно приводил различные зарубежные презентации - но сегодня из отечественной - почему обратил на нее внимание - там наконец то заметили одну малоприятную "характеристику" накопителей (электрохимических) - а именно деградацию.

Немного слайдов из работы по теме интеграции накопителей с системами зарядки электромобилей и ветроустановками ( выборка странная, на практике еще будут тепловые насосы, китайские СЭС и прч - сильно разная история для ИЖС - МКД, климатические поправки и прч, ну да ладно - даже тут кое что люди заметили).

# Особенности спроса на зарядку электромобилей:

## **Концентрация в городских районах**

Основной спрос на зарядку электромобилей сосредоточен в городах с уже сформированной системой электроснабжения. Это создает дополнительную нагрузку на существующую инфраструктуру.

## **Развитие междугородней инфраструктуры**

Необходимость в создании сети ЭЗС вдоль автомагистралей требует решения проблем с передачей достаточной мощности в удаленные районы.

## **Потребность в быстрой зарядке**

Растущий спрос на станции быстрой зарядки, которые требуют значительной мощности в короткие промежутки времени, создает дополнительные вызовы для системы электроснабжения.

## **Пиковые часы потребления**

Наибольшая потребность в зарядке возникает в часы пик, что совпадает с периодами максимальной нагрузки на электросети. Это усугубляет проблему перегрузки системы.



## Текущее состояние электрозаправочной инфраструктуры

[1]

- 1** — **2015 год**  
Начало активного развития ЭЗС в России
- 2** — **2015-2021 годы**  
Рост числа ЭЗС в 33,2 раза
- 3** — **2021 год**  
71 электромобиль на 1 ЭЗС в России
- 4** — **2021 год (для сравнения)**  
14 электромобилей на 1 ЭЗС в Германии

1. По данным «Автостата»
2. Аналитический центр при правительстве РФ  
<https://ac.gov.ru/>

Продаж  
до 687

Рост п  
на 33%

**Влия**  
[2]

Ежегодный прирост

Потребность в  
увеличении  
мощности на 1,2 Г  
в год

# Перспективы развития ЭЭС

| <b>Фактор</b>           | <b>Влияние на развитие ЭЭС</b>  |
|-------------------------|---|
| Стоимость присоединения | Высокая, сдерживает рост  |
| Ограничения сетей       | Значительные, требуют модернизации  |
| Технология V2G          | Позволяет владельцам электромобилей становиться «просьюмерами» — не только потреблять мощность, но и выдавать ее обратно  |
| Управление спросом      | Разработка стратегий управления спросом, включая внедрение службы бронирования, ценовое регулирование для сглаживания пиковых нагрузок, связанных с массовой зарядкой электромобилей. |
| Интеграция с ВИЭ и СНЭЭ | Учет возможностей использования СНЭЭ, солнечной или ветровой энергии для зарядки электромобилей, что может снизить нагрузку на сеть и сделать зарядку более экологичной.              |

# ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ С ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

| Ограничения |                  | Публикации      |               |                  |               |                 |              |                |                     |                  |              |                     |               |                 |                 |              |                  |                  |               |                |                   |                |                  |
|-------------|------------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|----------------|---------------------|------------------|--------------|---------------------|---------------|-----------------|-----------------|--------------|------------------|------------------|---------------|----------------|-------------------|----------------|------------------|
|             |                  | Sufyan M., 2019 | Yang Y., 2013 | Narayan N., 2018 | Shin H., 2020 | Dulout J., 2017 | Lan H., 2015 | Shang Y., 2020 | Carpinelli G., 2017 | Soltani N., 2020 | Yue M., 2015 | Bahramirad S., 2012 | Knap V., 2015 | Bhusal N., 2021 | Baloyi T., 2021 | Luo Y., 2014 | Astaneh M., 2018 | Arabali A., 2014 | Awad A., 2015 | Zhang Y., 2017 | Alsaïdan I., 2017 | Zhang Y., 2018 | Fioriti D., 2022 |
| Сеть        | Баланс           | ✓               | ✓             | ✓                | ✓             | ✓               | ✓            | ✓              | ✓                   | ✓                | ✓            | ✓                   | ✓             | ✓               | ✓               |              |                  |                  | ✓             |                | ✓                 |                | ✓                |
|             | Неопределенность | ✓               |               | ✓                | ✓             | ✓               | ✓            |                | ✓                   | ✓                | ✓            |                     |               |                 |                 |              |                  | ✓                | ✓             | ✓              | ✓                 |                |                  |
|             | Стоимость        |                 |               |                  |               |                 |              | ✓              |                     |                  |              |                     |               |                 |                 |              |                  |                  |               |                |                   |                |                  |
|             | Надежность       |                 |               |                  |               |                 |              |                |                     |                  | ✓            |                     |               |                 | ✓               | ✓            | ✓                | ✓                |               |                | ✓                 |                |                  |
| СНЭЭ        | Деграация        |                 |               |                  |               |                 |              |                | ✓                   |                  |              |                     |               | ✓               |                 | ✓            |                  |                  |               |                | ✓                 | ✓              | ✓                |
|             | Стоимость        |                 |               | ✓                |               |                 |              |                | ✓                   |                  |              |                     |               |                 |                 |              |                  |                  |               |                | ✓                 |                | ✓                |

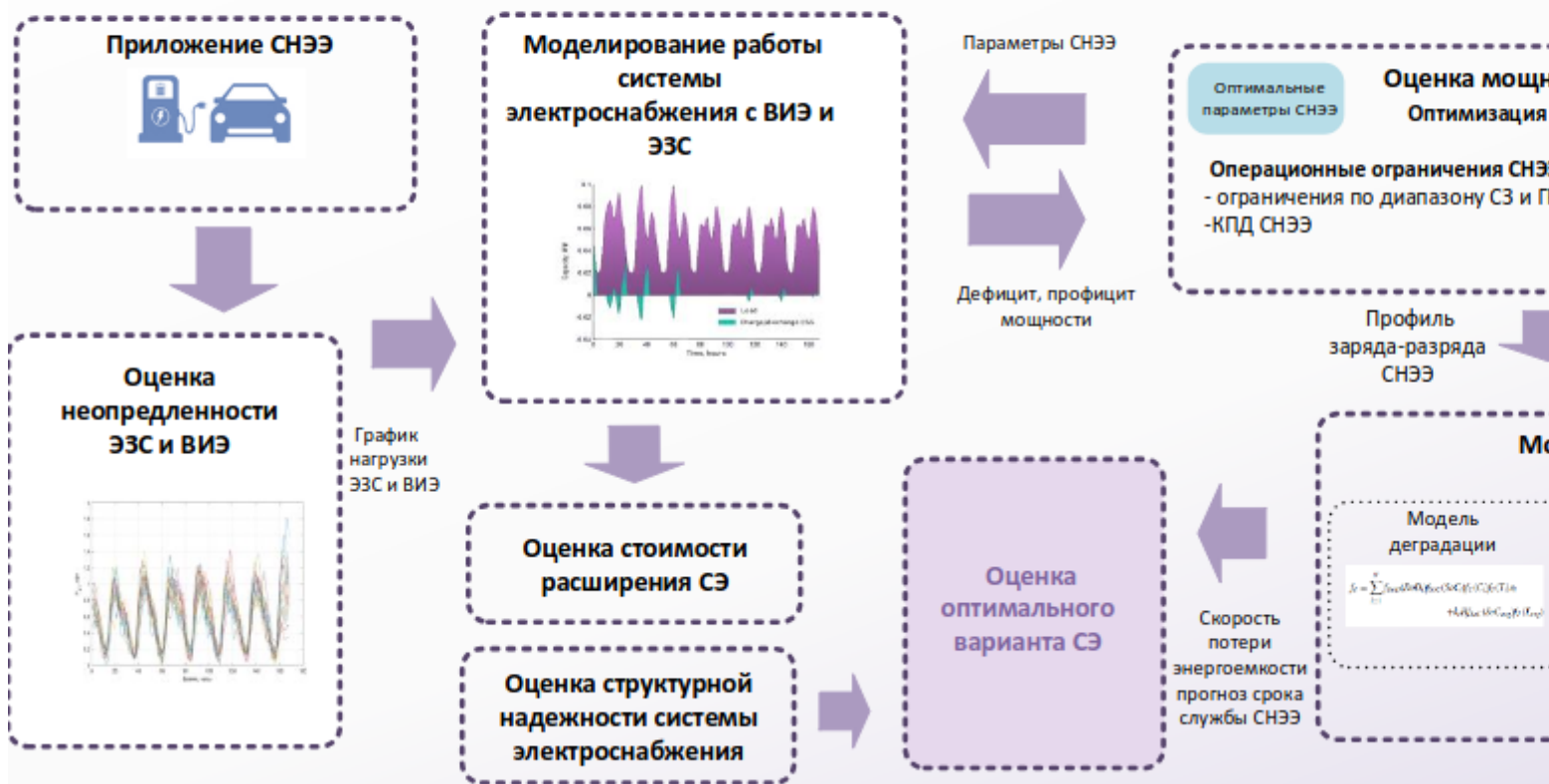
ВИЭ (а именно ветряки) оказывается могут обеспечить повышение продаж и накопителей тоже ибо "рваный" график ускоряет деграацию оных (бинго!)

## 4.1.3 Существующие модели деградации

| Публикации                   | Применение                                       | Химия      | Тип старения         | Модель старения  | Стресс факторы   |
|------------------------------|--|------------|----------------------|--|--|
| Olmos J.(2021)               | Электрический транспорт и энергетические системы | LFP<br>NMC | Цикл.                | Эмпирическая модель циклической деградации   | Глубина разряда<br>Ток разряда<br>Температура<br>Степень деградации (CЗР)= |
| Shin H (2020)                | СЭС, ВЭУ сглаживание мощности                    | LMO        | Цикл.<br>календарное | Модель деградации  | ГРР и CЗР  |
| Dulout J.(2017)              | СЭС, сглаживание мощности                        | ЛИБ        | Цикл.<br>календарное | Модель срока службы, основанная на концепции механической деградации   | ГРР  |
| Valentin Silvera Diaz (2021) | СЭС, сглаживание мощности                        | LFP        | Цикл.<br>календарное | Полуэмпирическая модель  | ГРР, ТЗ<br>календарное старение<br>CЗР - календарное старение              |
| Vermeer W (2020)             | СЭС, EV, V2G                                     | NMC        | Цикл.<br>календарное | Полуэмпирическая модель  | ТЗР,   |
| Lee M. et al.(2020)          | СЭС сглаживание мощности                         | LFP        | Цикл.                | Модель циклического старения   | ГРР  |
| Sandelic M. (2018)           | Вторичное регулирование частоты в системе с ВЭС  | LFP        | Цикл.<br>календарное | Модель, основанная на сроке службы   | Т, CЗР,  |
| Wu Y. et al. (2022)          | Станция зарядки электромобилей                   | LFP        | Цикл.                | Модифицированный алгоритм Rainflow   | Т, ГРР   |
| Wang Y. (2016)               | ВЭС-ЭЭС, участие в энергетическом рынке          | ЛИБ        | Цикл.                | Линеаризованная модель деградации батареи, включающая ограничения на процент деградации батареи и стоимость деградации | ГРР  |
| Gräf D. (2022)               | Стабилизация частоты сети                        | NMC        | Цикл.                | Полуэмпирическая модель  | Т, ТЗ  |
| Scarabaggio P (2020)         | V2G, стабилизация частоты                        | LFP        | Цикл.                | Деградация на основе эмпирической модели   | ГРР  |

Общая схема

# Использование модели деградации СНЭЭ для решения задачи определения параметров СНЭЭ и выбора оптимального варианта:



Итого вывод

## 4.1.8 Сравнение деградации при разн. СНЭЭ в составе СЭ

| Вариант | Мощность сети, МВт | Мощность нагрузки | Мощность ВЭУ, МВт | Мощность СНЭЭ, МВт | Время разряда СНЭЭ, часы | Энергоемкость, МВт·ч | Дегр. % |
|---------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|---------|
| 1       | 0,88               | 1,8               | <b>0,4</b>        | <b>0,965</b>       | 5,4                      | 5,211                |         |
| 2       | 0,88               | 1,4               | <b>0,3</b>        | <b>0,53</b>        | 10                       | 5,3                  |         |
| 3       | 1,764              | 1,8               | <b>0</b>          | <b>0,0765</b>      | 2                        | 0,153                |         |
| 4       | 0,63               | 1,8               | 2                 | <b>1</b>           | 8,4                      | 8,4                  |         |
| 5       | 1,26               | 1,8               | <b>0</b>          | <b>0,65</b>        | 3,3                      | 2,145                |         |
| 6       | 0,88               | 1,8               | <b>0,4</b>        | <b>0,965</b>       | 8                        | 7,72                 |         |
| 7       | 0,88               | 1,8               | <b>1</b>          | <b>0,849</b>       | 4,1                      | 3,4809               |         |
| 8       | 0,88               | 1,8               | 2                 | <b>0,65</b>        | 4,53                     | 2,9445               |         |
| 9       | 0,88               | 1,8               | <b>0,4</b>        | <b>0,965</b>       | 10                       | 9,65                 |         |
| 10      | 0,88               | 1,8               | <b>0,38</b>       | <b>0,965</b>       | 10                       | 9,65                 |         |
| 11      | 0,63               | 1,4               | 2                 | <b>0,9</b>         | 8,9                      | 7,92                 |         |
| 12      | 0,63               | 1,8               | 2                 | <b>1,3</b>         | 8,4                      | 10,92                |         |

Отсюда - [https://www.eriras.ru/files/shamarova\\_n.a.\\_razrabotka\\_metodiki\\_vybora\\_optimalnykh\\_parametrov\\_nakopite....pdf](https://www.eriras.ru/files/shamarova_n.a._razrabotka_metodiki_vybora_optimalnykh_parametrov_nakopite....pdf)

Относительно выводов необходимо все перепроверять (да и без привязки к конкретной(!) энергосистеме с геофизической подосновой это все сферическое в вакууме), но зависимости выявлены достаточно интересные - классические электросети оказывается враги накопителям особенно мелким (читай частным) и распределенным )) и это еще финансовую матрицу не наложили.

Это конечно можно было и без моделирования быстро вывести ибо надежная и дешевая электроэнергия из розетки делает бессмысленной всю остальную возню за счетчиком (да и местами перед) просто на эффекте "опта" (от стройки, до



обслуживания).

И кстати не важно откуда она пришла с гигантской солнечной электростанции в пустыне или с Пенжинской губы ... (скорость доставки этого товара конкретно ломает "фин" механику...).

---

Более глубокий и глобальный момент касательно текущих "энерго" трендов это общая установка для энергетики стран третьего мира на избежание создания крупных мощностей или протяженной инфраструктуры ибо вокруг них моментально образуются политические конструкции, так же - накопители (точнее их сети или вынос к потребам) и микросети позволяют поддерживать минимальную активность на экономически (социально) разряженных пространствах без их полного обнуления, что очень хорошо ложится в архитектуру управляемого хаоса уже развернутую на достаточно больших территориях, есть и прикладные аспекты цвета хаки.

Впрочем это уже другая сказка...

P.S.

накопители у которых почти нет деградации - <https://aftershock.news/?q=node/1462037>

Обновлено: 2025.01.30 08:12 Просмотров: публичный - 145 [пользователями](#) - 4. Всего - 149

Метки: [ВИЭ](#)