

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

ТЕПЛОАККУМУЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ГИБКОСТИ СИСТЕМ С ВИЭ

Авторы:

Бадамшина Софья Юрьевна badamshina.sofya@mail.ru

Томчишин Ярослав Михайлович

Николаев Егор Юрьевич

Локтионов Егор Юрьевич

21 ноября 2024 года



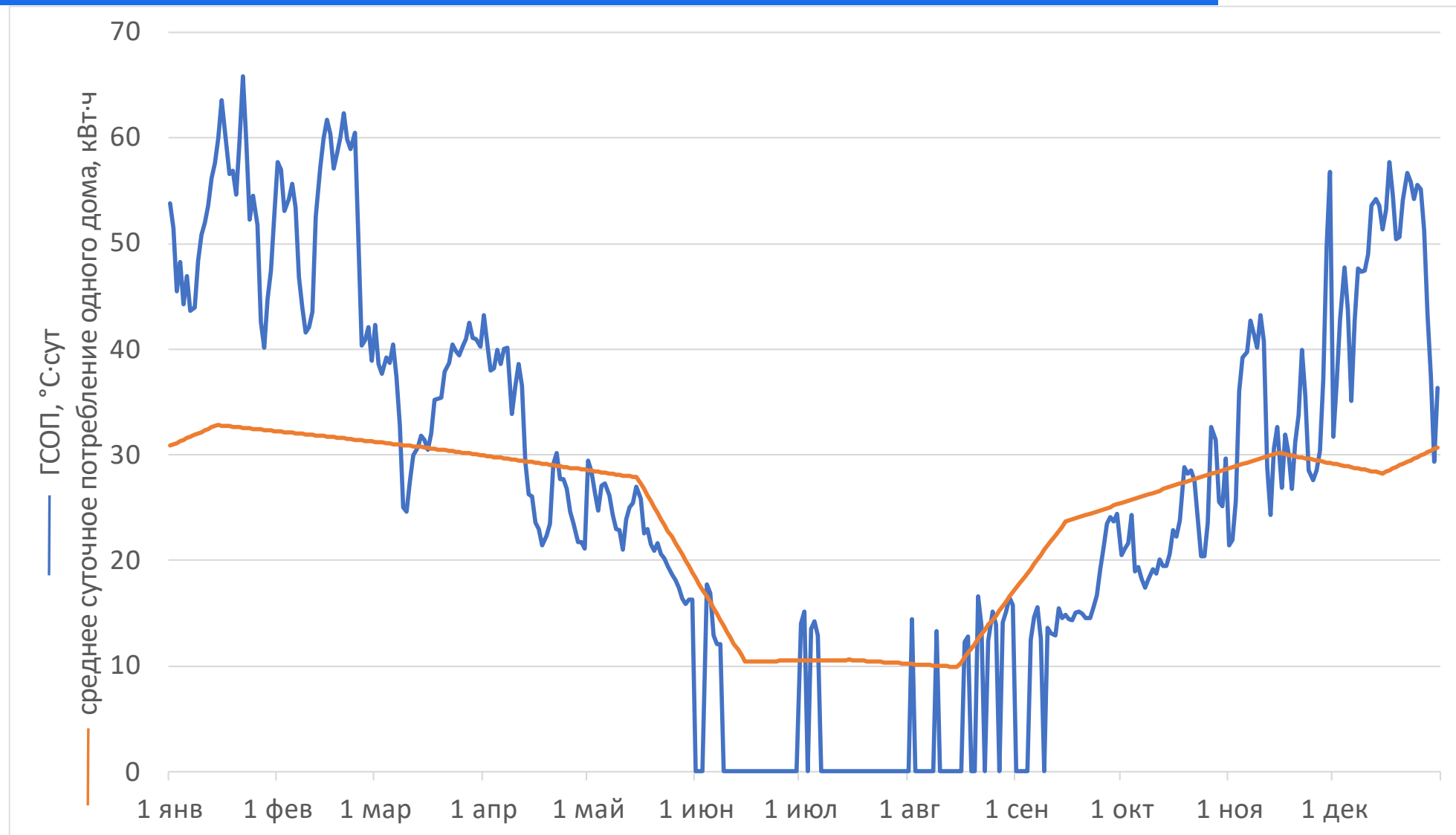
Проблемы изолированных поселков

- Высокая стоимость энергии и постоянный рост тарифов
(204 руб./кВт*ч и 178 134 руб./Гкал для с. Чуванское, Чукотский АО)
- Сложность доставки топлива
- Высокие потери в сети (15-25 %)
- Большой углеродный след традиционной генерации
- Отсутствие централизованного теплоснабжения
- Большое потребление энергии зимой

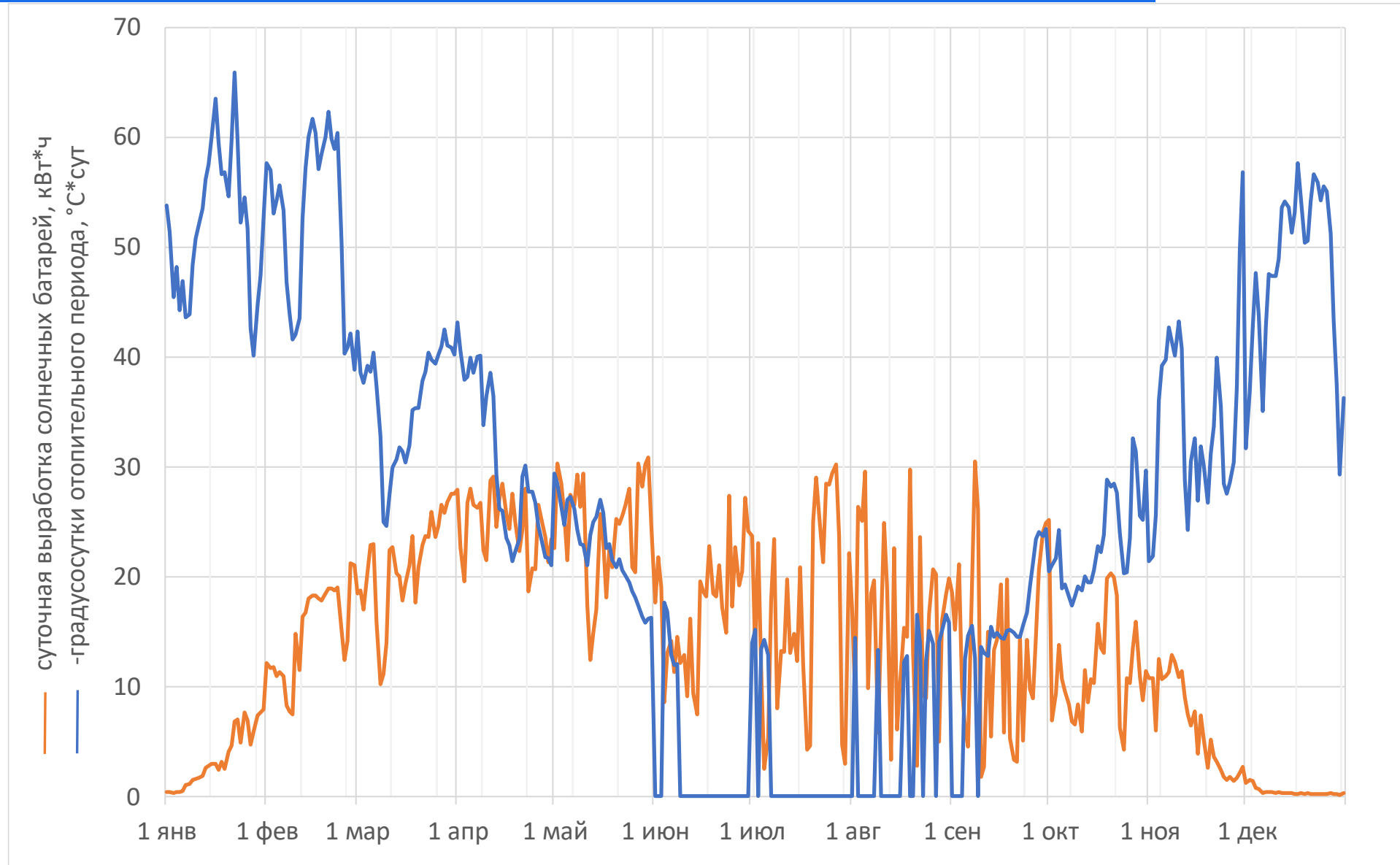
2

1. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов.
2. Постановление Комитета государственного регулирования цен и тарифов Чукотского автономного округа от 20.12.2023 года № 26-э/3 «Об установлении тарифов на электрическую энергию (мощность), поставляемую АО «Чукотэнерго» покупателям на розничном рынке Чукотского автономного округа, на 2024 год».

Электропотребление и температура воздуха



Солнечная энергия и теплоснабжение



Теплоаккумуляирование как способ обеспечения энергетической гибкости

Электроэнергия →
→ Электронагреватель →
→ Теплоаккумулятор →
→ Теплоснабжение

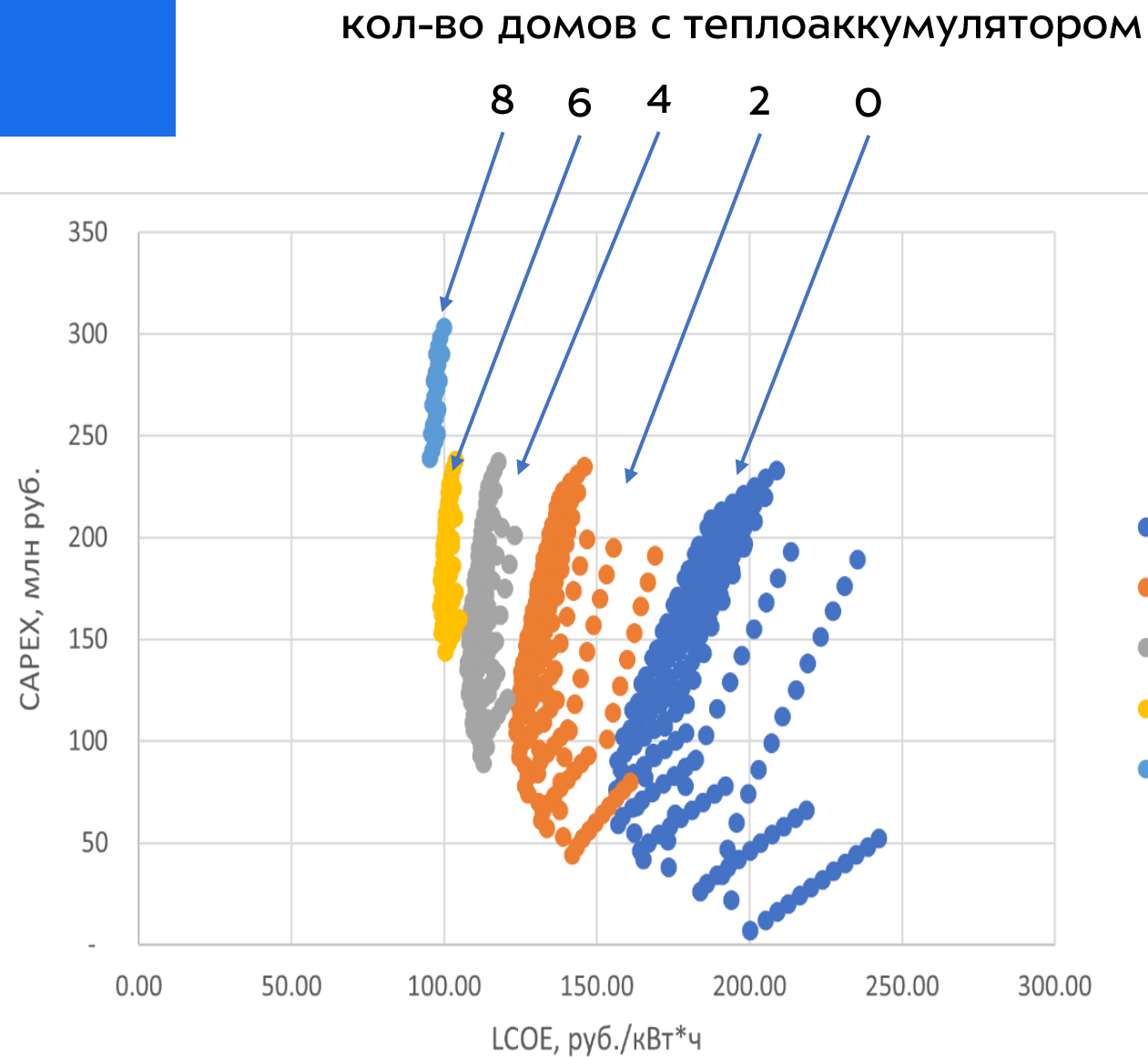
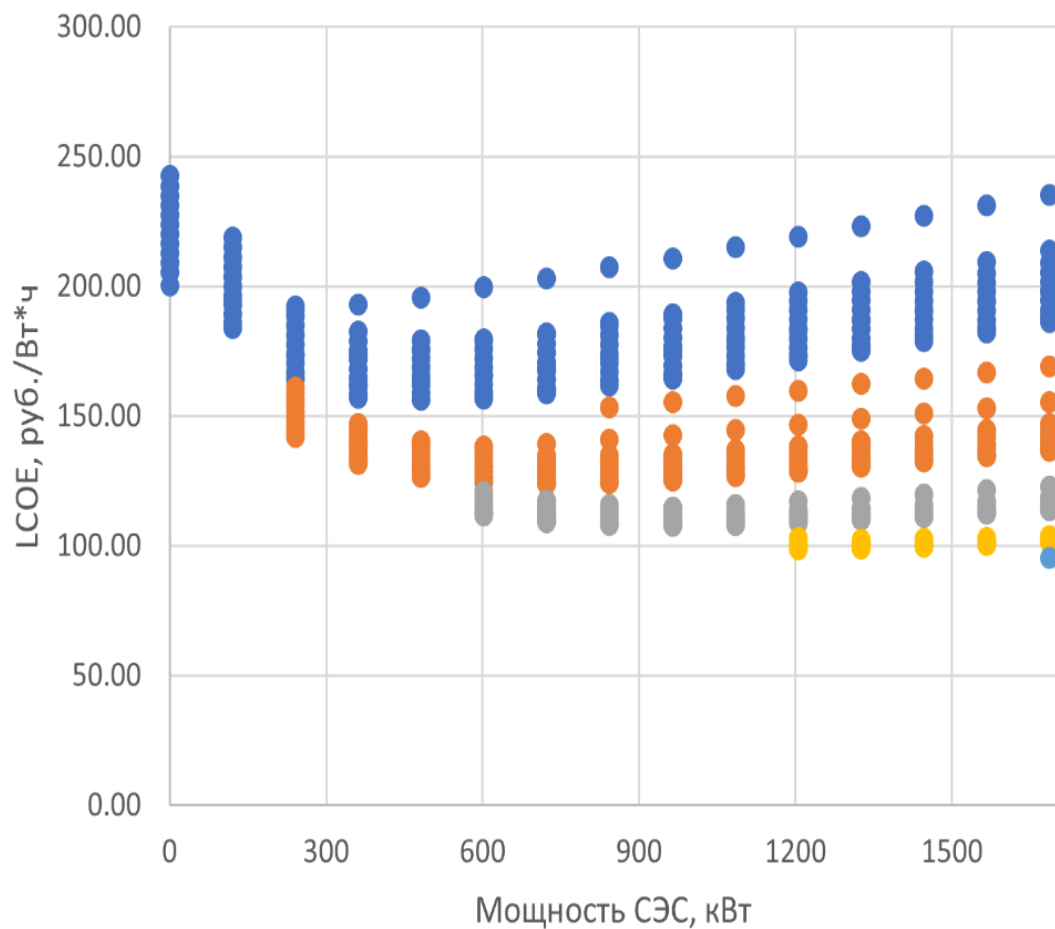
Теплоаккумулятор:

- + Дешевизна
- + Быстродействие
- + Большая ёмкость
- Невозможность преобразовать
обратно в электричество

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^N \frac{C_t + I_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^N \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

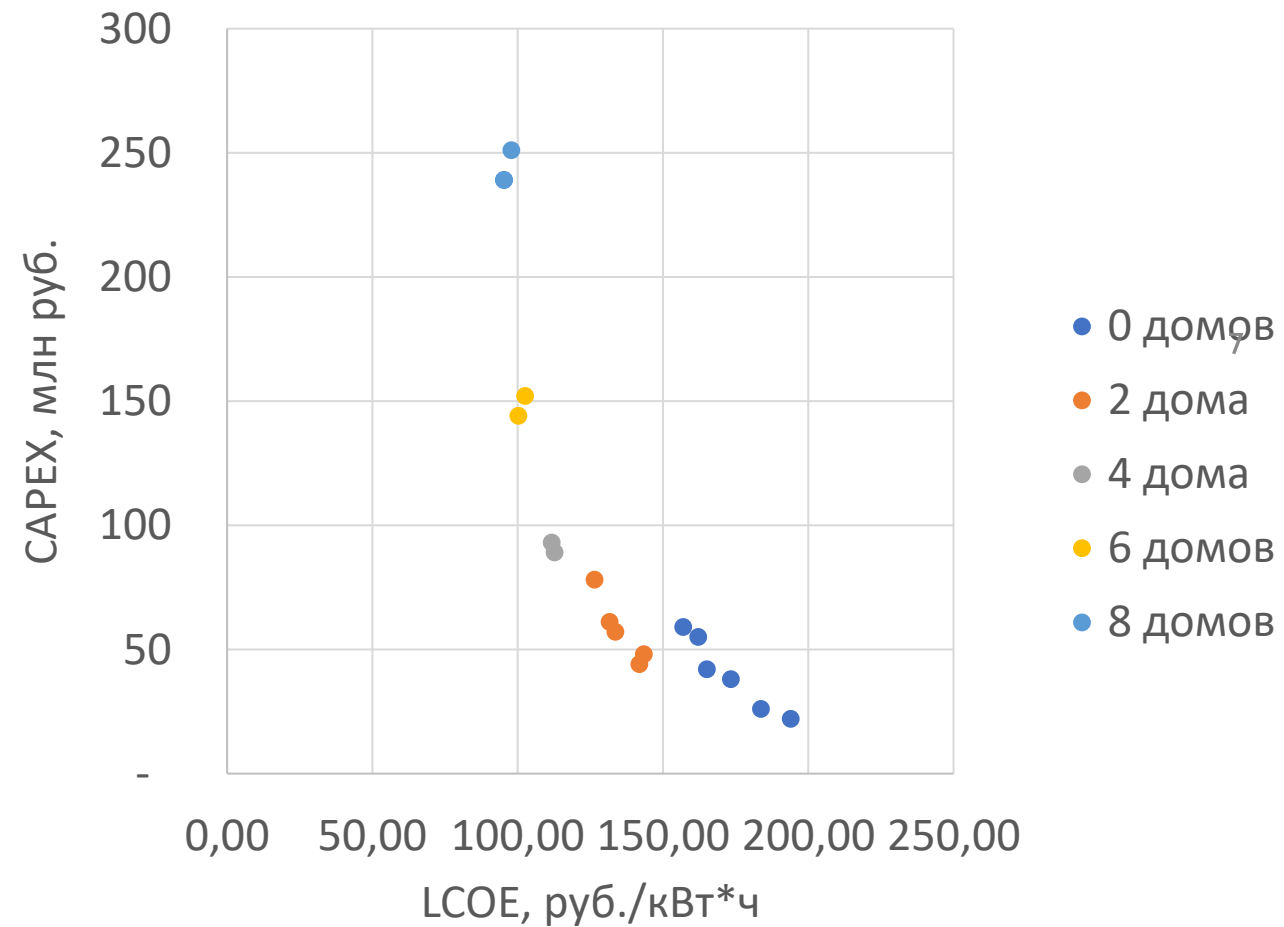
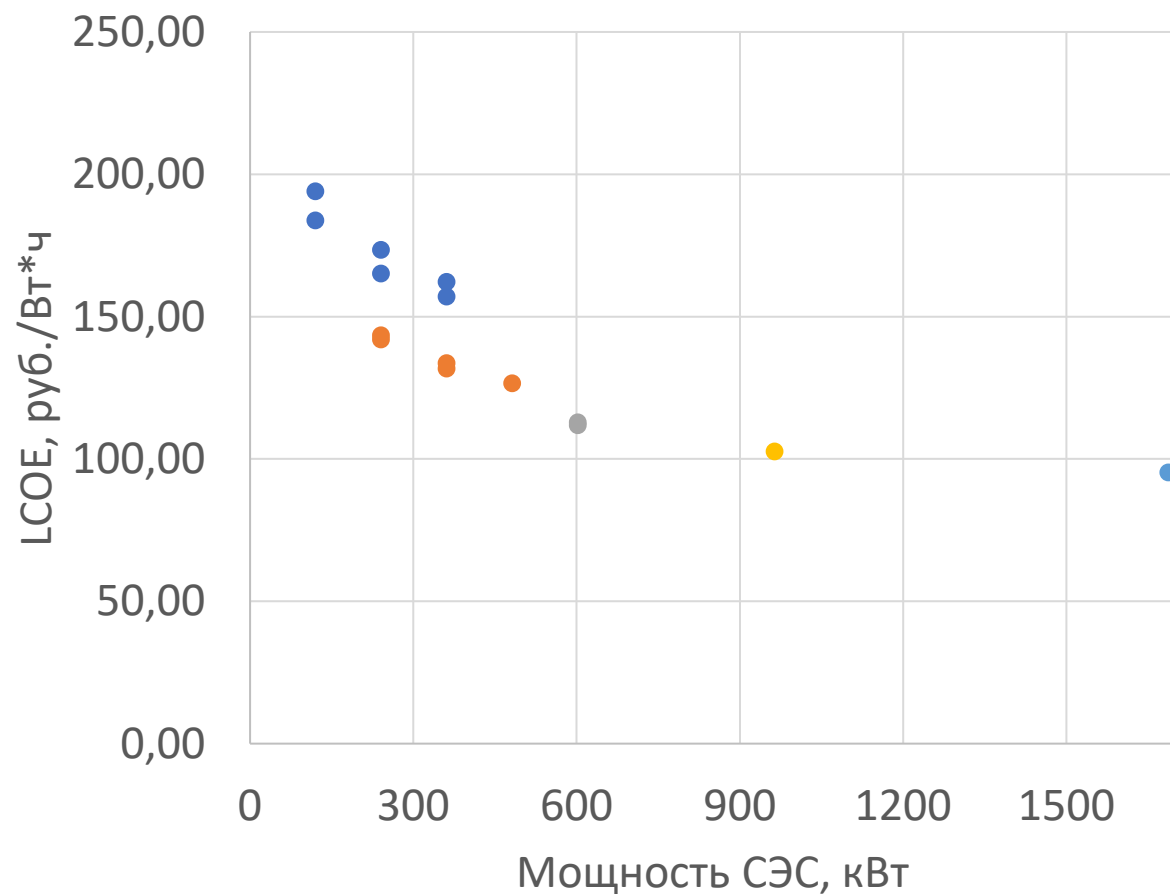
t – номер года,
N – срок жизни системы,
C_t – капитальные затраты,
I_t – операционные затраты,
F_t – покупка топлива,
E_t – производство электроэнергии,
r – ставка дисконтирования

LSOE в различных осях



Каждая точка – вариант энергосистемы со своей мощностью СЭС, ёмкостью АБ и количеством домов на электроотоплении

Оптимальные точки



Оптимальные варианты

мощность СЭС, кВт	ёмкость АБ, кВт*ч	выработка ДГУ	выработка СЭС	топливо, тонн	кол-во домов с теплоаккум.	LCOE, руб./кВт*ч	CAPEX, млн руб.	окуп
0	0	100.00%	0.00%	180	0	200.29	7	-
362	1200	26.20%	73.80%	61	0	156.96	59	3,1
362	800	30.06%	69.94%	75	0	162.21	55	3.2
241	800	42.52%	57.48%	86	0	165.12	42	2.7
241	400	46.84%	53.16%	104	0	173.43	38	3.2
121	400	68.16%	31.84%	126	0	183.77	26	3.5
121	0	77.70%	22.30%	147	0	193.98	22	7.8
482	1600	33.19%	66.81%	112	2	126.49	78	1.5
362	1200	44.68%	55.32%	137	2	131.64	61	1.3
362	800	46.29%	53.71%	147	2	133.63	57	1.2
241	800	60.45%	39.55%	174	2	141.96	44	1.1
241	1200	60.25%	39.75%	172	2	143.44	48	1.2
603	1600	37.58%	62.42%	167	4	111.78	93	1.1
603	1200	38.75%	61.25%	176	4	112.77	89	1.1
964	3600	28.89%	71.11%	178	6	102.61	152	1.3
1687	5600	18.74%	81.26%	176	8	97.86	251	1.7

Выводы

- Переход на обогрев с теплоаккумулированием может быть произведен без увеличения потребления топлива
- При электроотоплении общественных зданий отпадает надобность в котельных с дорогой энергией
- Использование ВИЭ без теплоаккумулирования снижает стоимость электроэнергии на **четверть**, с электрическим обогревом 15% домов в **два раза**
- Повышается энергобезопасность и снижается зависимость от привозного топлива