МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ НЕФТЬ И ГАЗ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ НЕФТЬ И ГАЗ

Исследование влияния накопителей электроэнергии на изменение гибкости балансирования режима работы объединенной энергосистемы Юга при активном развитии возобновляемой энергетики

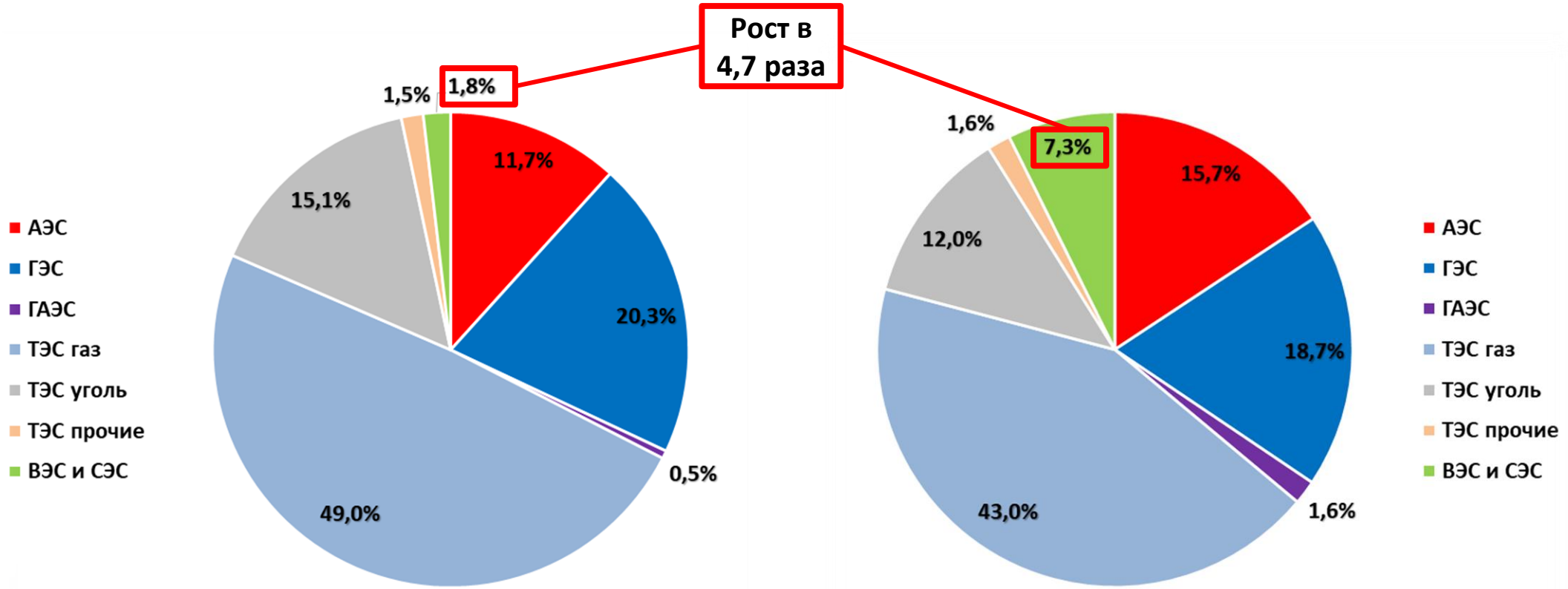
Люшнин Л.С., магистрант РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Городилов М.А., магистрант РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Аликин Р.О., мл. научный сотрудник ИНЭИ РАН

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ НЕФТЬ И ГАЗ

Изменения в структуре мощностей энергосистемы России



Структура установленной мощности на 2023 год в энергосистеме России

Структура установленной мощности к 2042 году в энергосистеме России

Источник: Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2042 года

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ НЕФТЬ И ГАЗ

Модельный инструмент

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2023681743

Model of complex commercial optimization (MOCCO)

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт энергетических исследований Российской академии наук (RU)*

Авторы: *Аликин Руслан Олегович (RU), Городилов Михаил Андреевич (RU), Люшнин Леонид Станиславович (RU)*

Заявка № 2023680942
Дата поступления 12 октября 2023 г.
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 18 октября 2023 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

Балансовое уравнение по каждому узлу n в час t:

$$\sum_{s=1}^{S} N_s^{\text{genStation}_{n,t}} + \sum_{h=1}^{H} N_h^{\text{HPS}_{n,t}} + \sum_{v=1}^{V} N_v^{\text{genVRE}_{n,t}} - \text{Curtail}^{\text{VRE}_{n,t}} + N^{\text{loss of load}_{n,t}} - N^{\text{excess load}_{n,t}} + \sum_{d=1}^{D} \text{Discharge}_d^{n,t} +$$

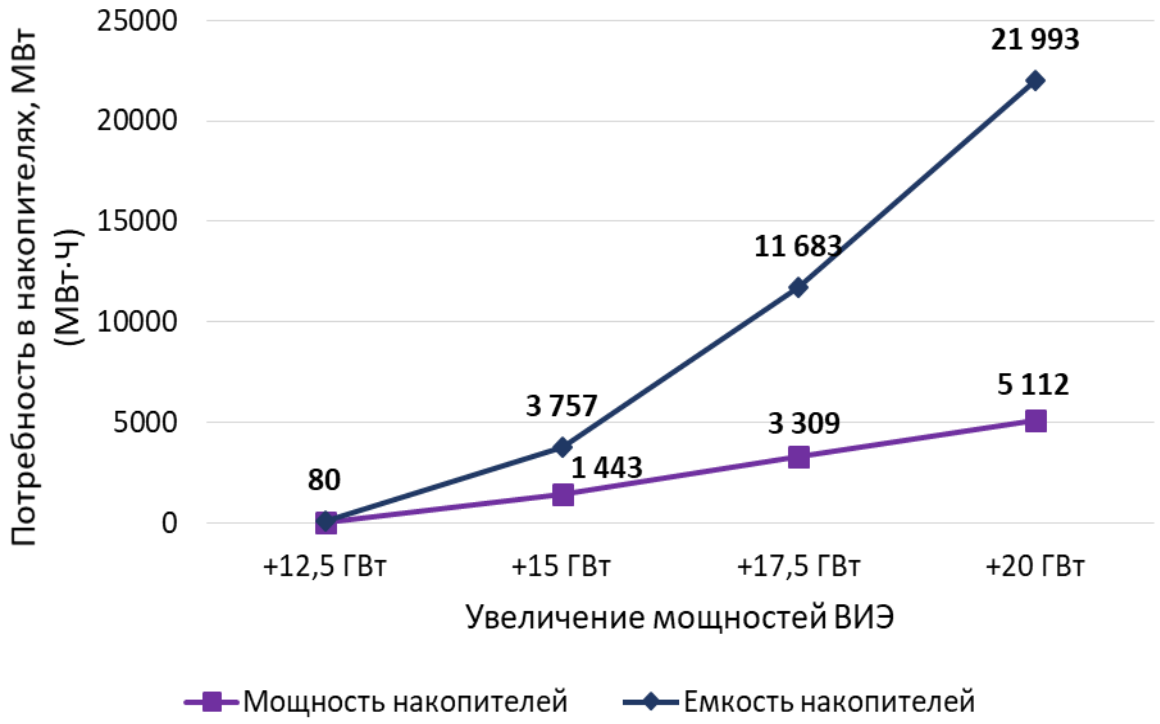
$$+ \sum_{i=1}^{I} N_i^{\text{import transfer}_{n,t}} = N^{\text{demand}_{n,t}} + \sum_{e=1}^{E} N_e^{\text{export transfer}_{n,t}} + \sum_{c=1}^{C} \text{Charge}_c^{n,t} - \sum_{r=1}^{R} N_r^{\text{DR}_{n,t}}$$

Ввод исходных данных → Оценка потребности в вводе дополнительной мощности для соблюдения балансового уравнения → Оптимизация использования мощностей с учетом дополнительных мощностей → Результат моделирования: оптимальная структура мощностей и их загрузка, а также спотовые цены на электроэнергию

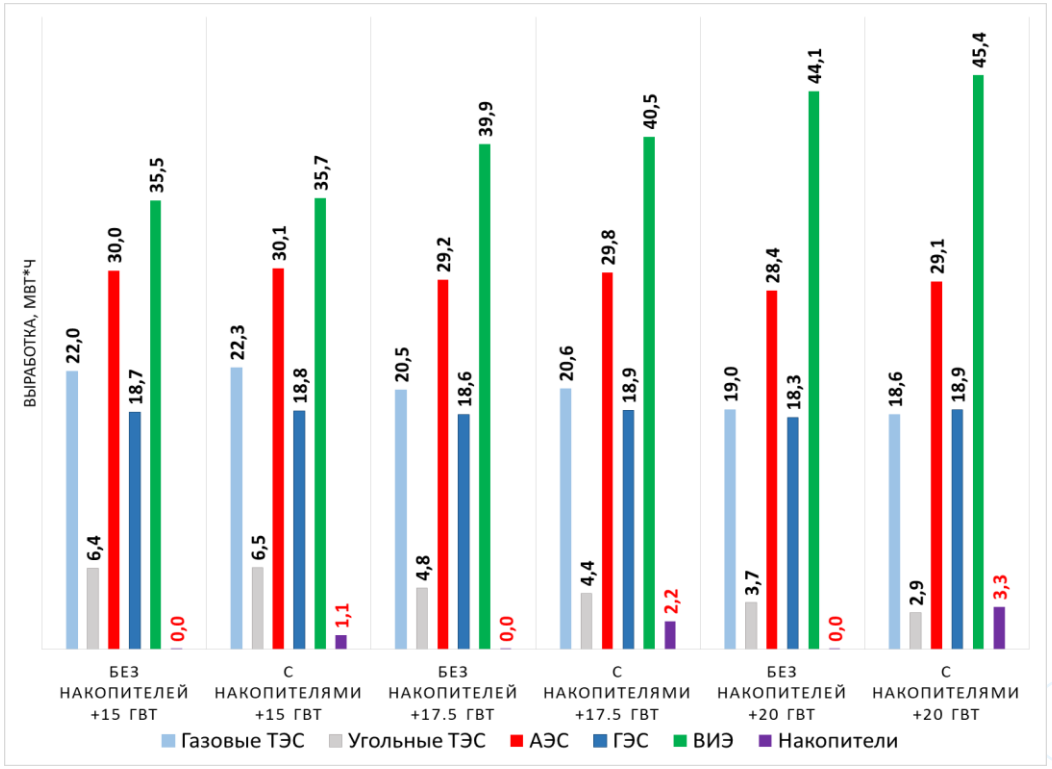
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ НЕФТЬ И ГАЗ

Оценка ресурсов «гибкости» энергосистемы ОЭС Юга при интеграции большой доли ВИЭ

Потребность в накопителях от увеличения мощностей ВИЭ



Изменение структуры генерации

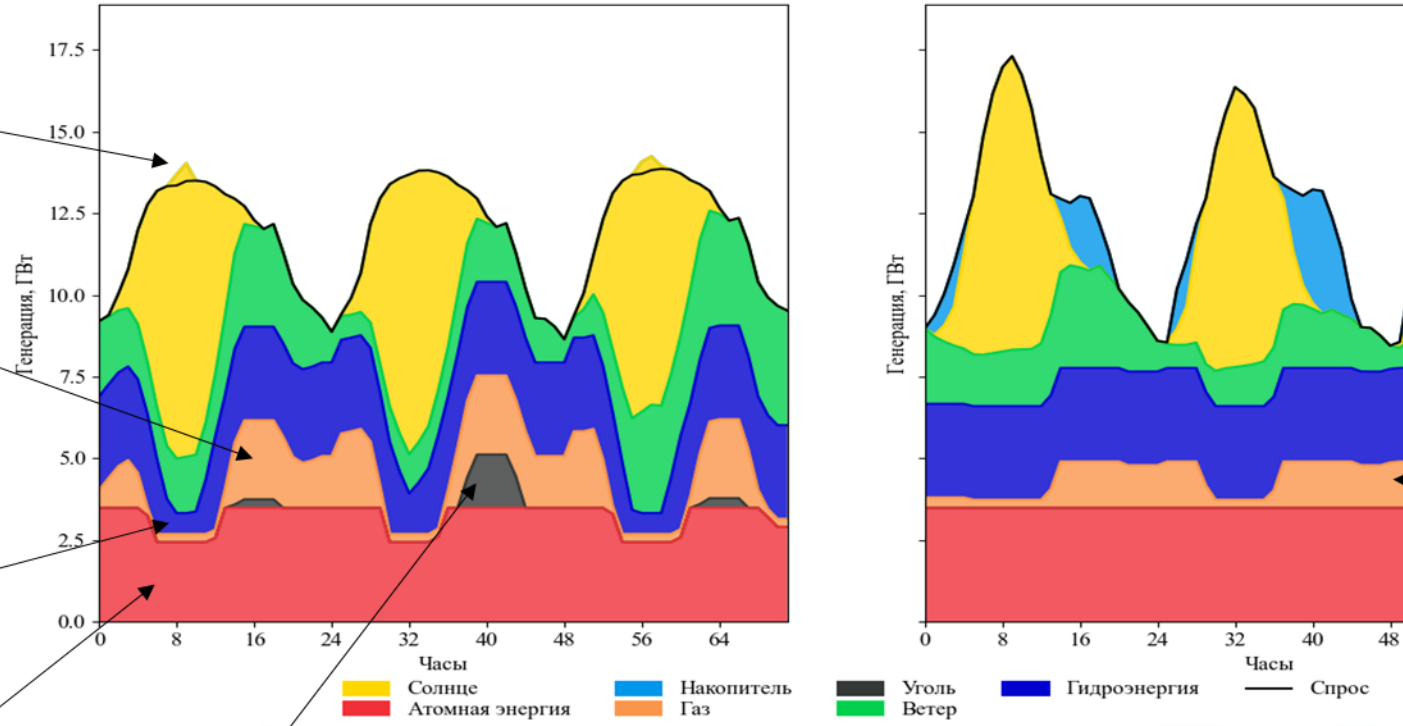


МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ НЕФТЬ И ГАЗ

Влияние накопителей на ОЭС Юга с большой долей ВИЭ

Без накопителей

С накопителями



Избыток все равно возник

Газовые ТЭС вынуждены маневрировать, лишние пуски/остановы

ГЭС берут на себя главную роль в маневрировании

АЭС вынуждены снижать нагрузку

Угольные ТЭС вынужденно включаются для компенсации провала СЭС

Накопители потребили избыток

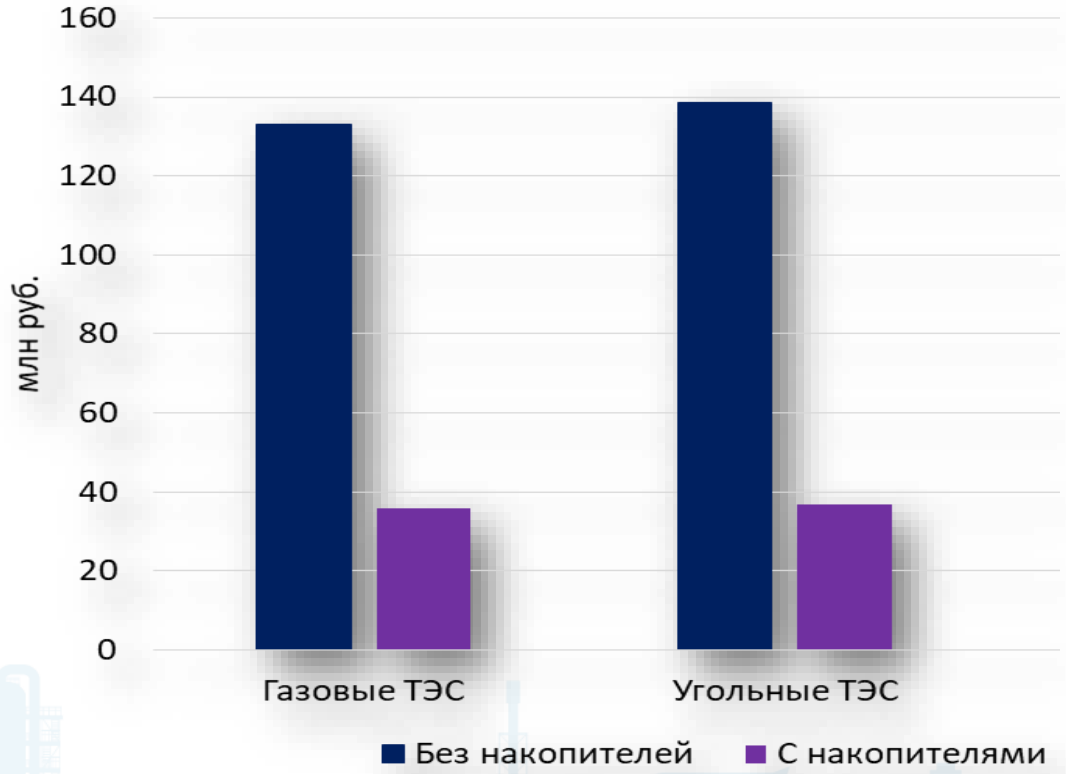
Накопители компенсировали провал нагрузки от СЭС

Более равномерная работа газовых ТЭС

АЭС работают на постоянной нагрузке

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ НЕФТЬ И ГАЗ

Влияние накопителей на работу ТЭС и АЭС в ОЭС Юга



Затраты на пуски/остановы оборудования в сценарии +20 ГВт ВИЭ

- **Накопители берут на себя задачу маневрирования – ТЭС и АЭС могут работать в более оптимальных режимах**

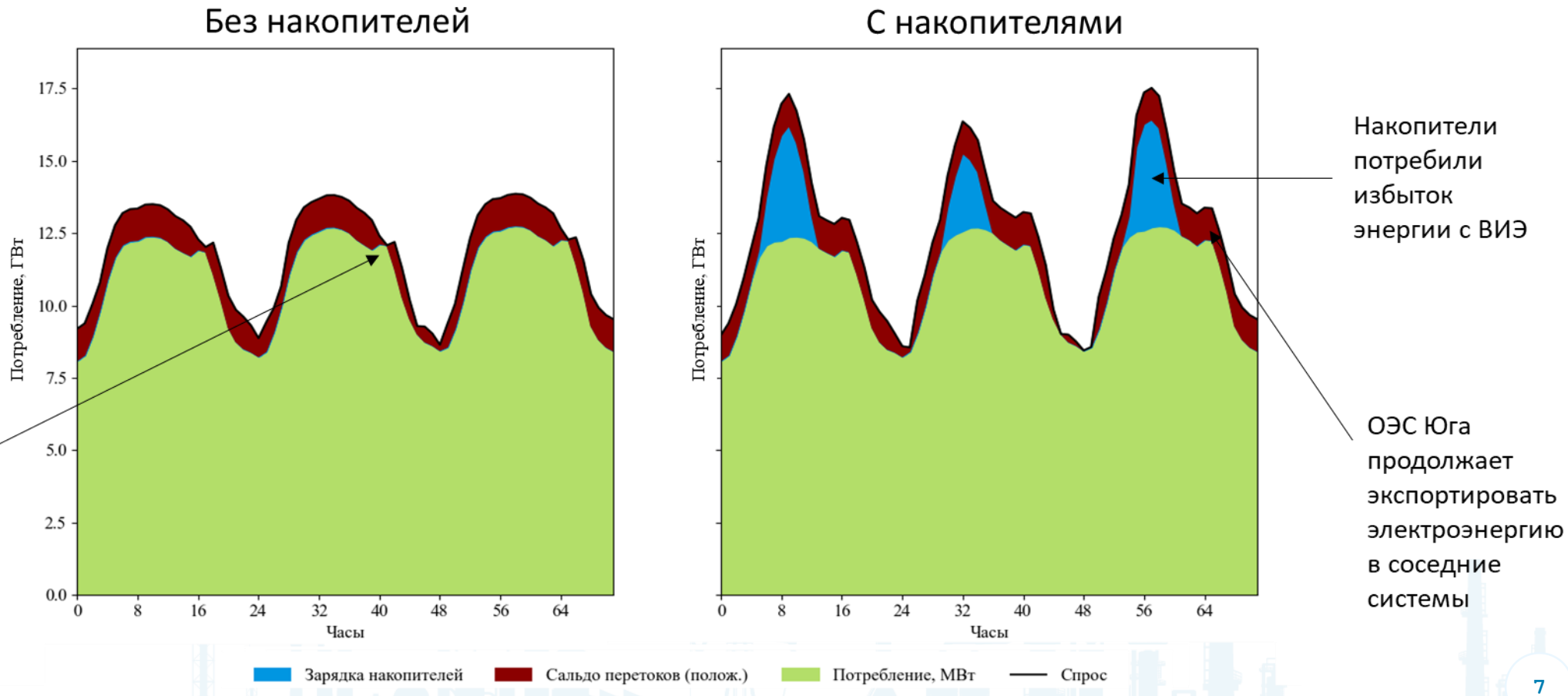
В сценарии +20 ГВт ВИЭ:

- **Количество пусков/остановок оборудования на ТЭС снизится в 4 раза**
- **На АЭС количество пусков/остановок снизится в 2 раза**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ НЕФТЬ И ГАЗ

Изменение графиков нагрузки потребителей в ОЭС Юга при сценарии +20 ГВт ВИЭ

ОЭС Юга вынуждена прекратить экспорт электроэнергии для компенсации провала СЭС

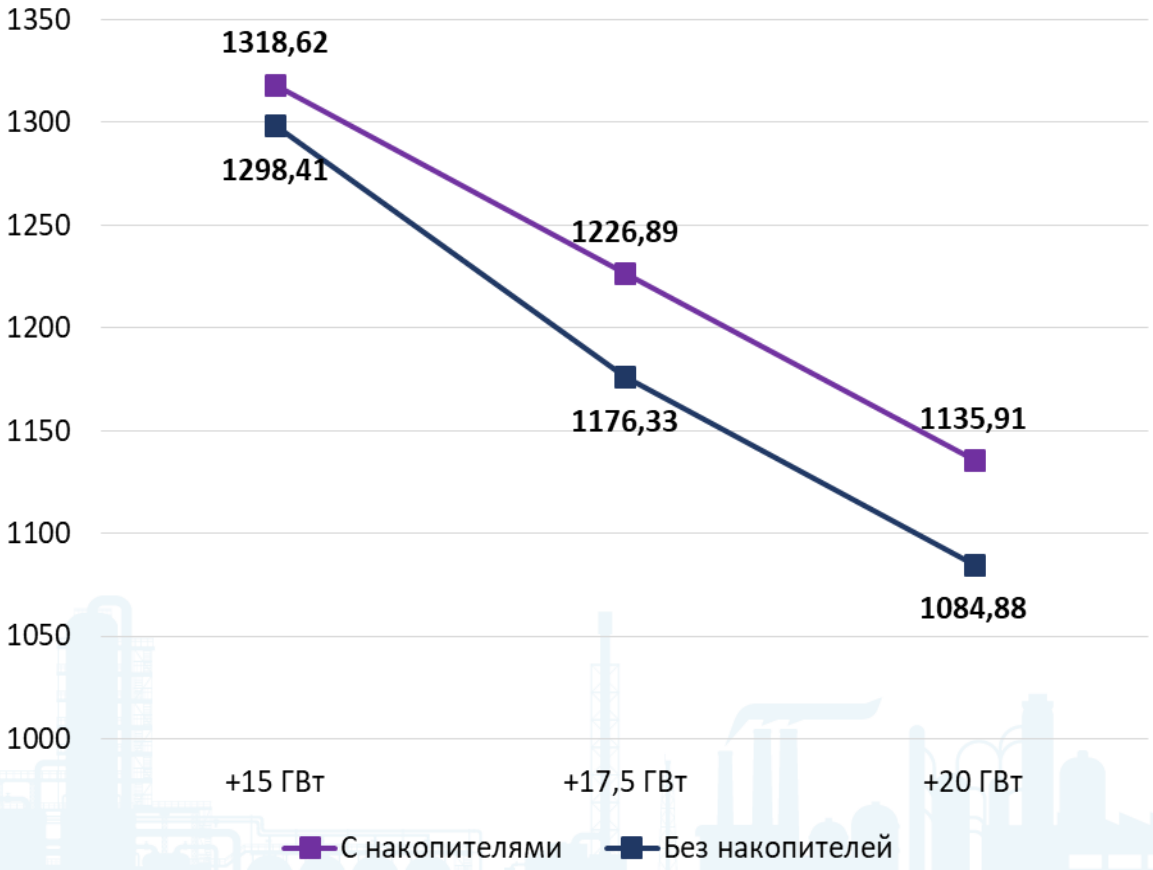


Накопители потребили избыток энергии с ВИЭ

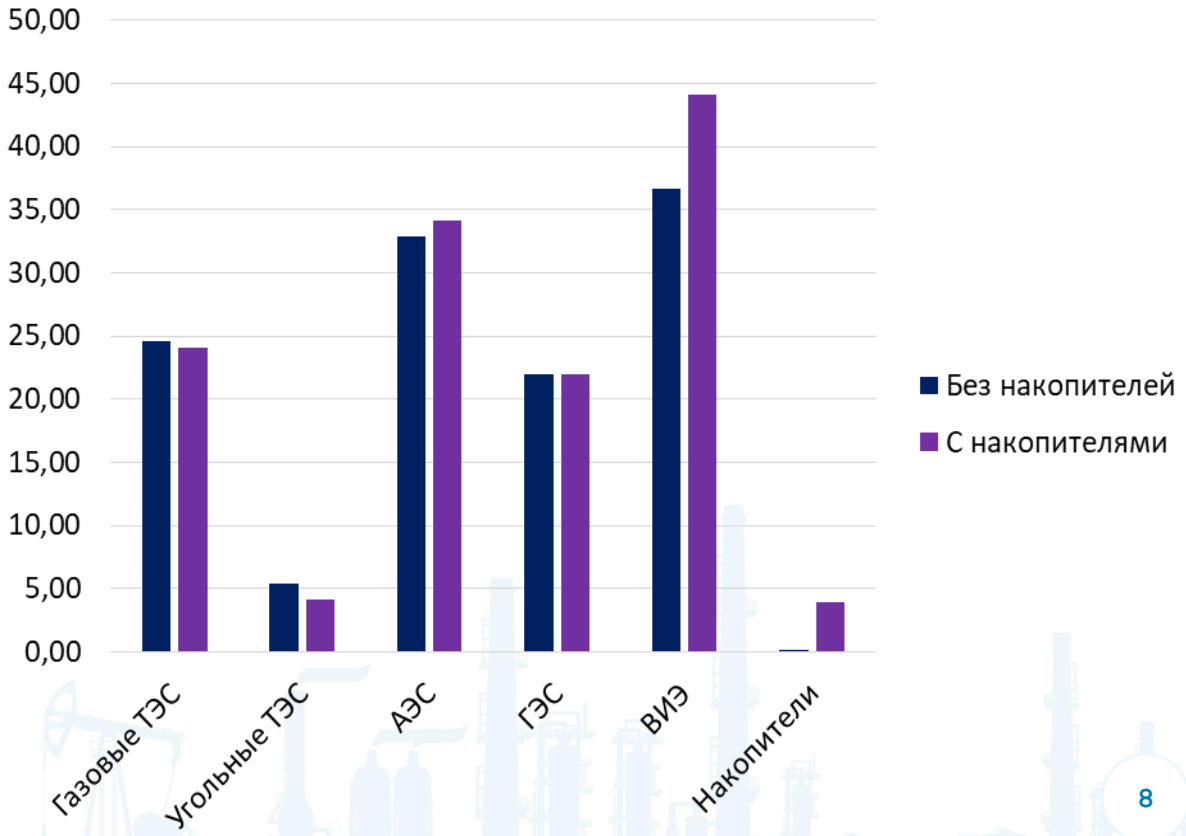
ОЭС Юга продолжает экспортировать электроэнергию в соседние системы

Экономические последствия в сценариях +20 ГВт ВИЭ

Цена на спотовом рынке (РСВ), руб./МВт·ч



Выручка электростанций, млрд руб.



Спасибо за внимание!