



Оценка системных эффектов программы развития возобновляемых источников энергии в России на период до 2050 года

Люшнин Леонид Станиславович, магистрант, Губкинский университет

Аликин Руслан Олегович, научный сотрудник, ИНЭИ РАН



Цель и задачи исследования

Цель: исследовать системные эффекты, возникающие при интеграции ВИЭ в энергосистему

Задачи:

- Провести сценарное моделирование энергосистемы ЕЭС России на 2050 год;
- Определить основные системные эффекты от интеграции ВИЭ в энергосистему по результатам моделирования;
- Количественно оценить степень влияния выявленных системных эффектов на энергосистему: энергетические и экономические последствия.

Зачем?

Способствование
выбору оптимальной
структуры мощностей
в долгосрочном
периоде



Возможность оценки
разных вариантов
реализации
программ развития

Учет важных эффектов для принятия оптимальных решений

Системные эффекты

Изменение режимов работы ТЭС

- Снижение КИУМ, увеличение числа пусков-остановов оборудования, изменение количества и режимов потребления топлива

Изменение покрытия графика нагрузки потребителей

- Стохастичность выработки ВИЭ требует дополнительных мер обеспечения гибкости

Эффект «срезания» избыточной выработки ВИЭ

Флуктуации цен на рынке электроэнергии

Эффект «ценового каннибализма»



Модельный инструмент



Оптимальная структура мощностей, исходя из минимума суммарных дисконтированных затрат

Почасовая оптимизация загрузки мощностей, оценка проблем почасового балансирования (гибкости)

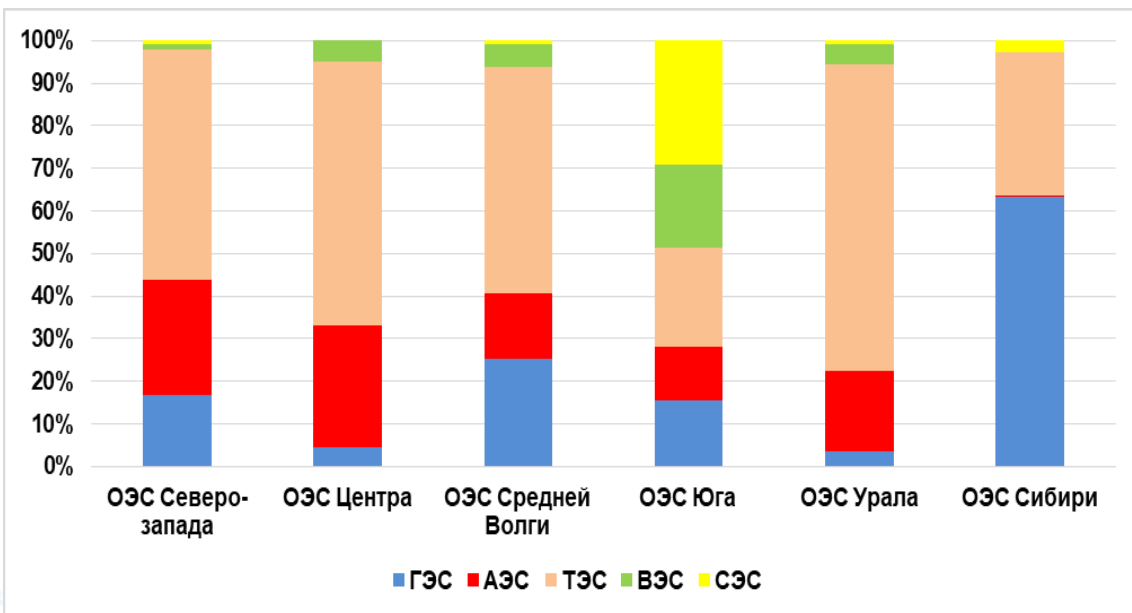
Сценарное моделирование

Подход «что если?»

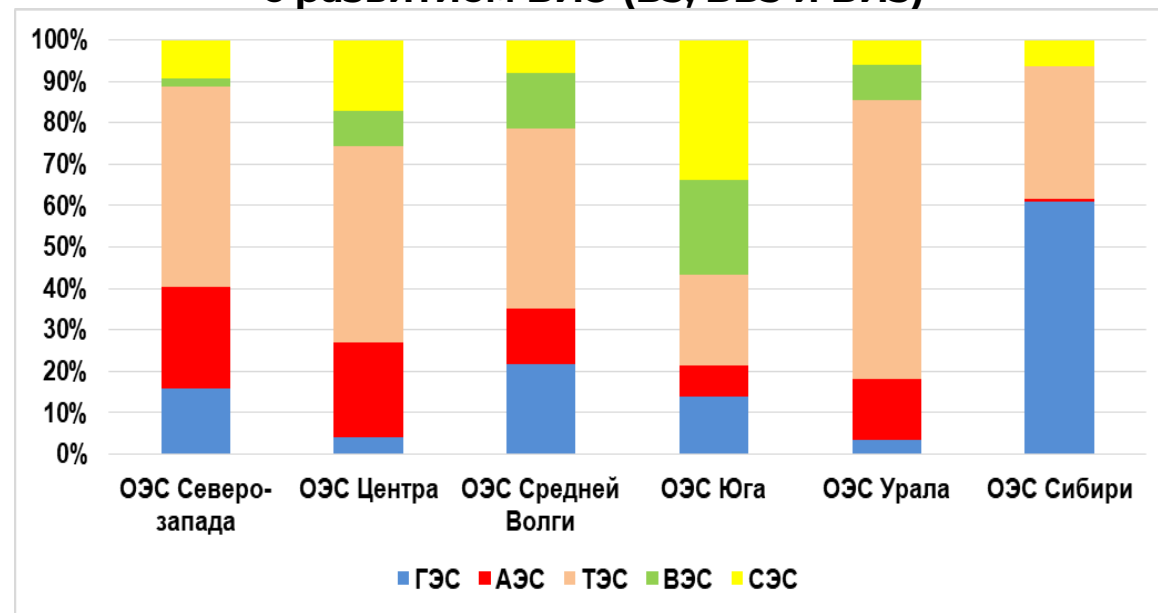


Сравнение альтернативных технологических стратегий

Структура мощностей электростанций для базового сценария (И0)



Структура мощностей электростанций для сценариев с развитием ВИЭ (ВЗ, ВБЗ и ВИЗ)

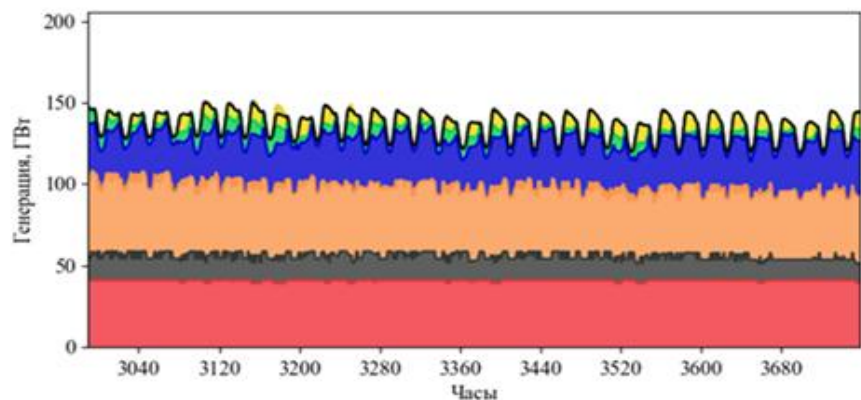


Мощность ВИЭ в ЕЭС России – 12%

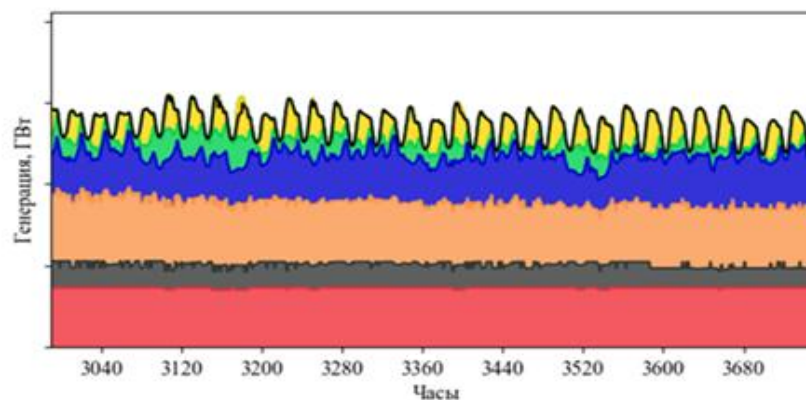
Мощность ВИЭ в ЕЭС России – 24%

Количественная оценка системных эффектов: энергетические эффекты (1)

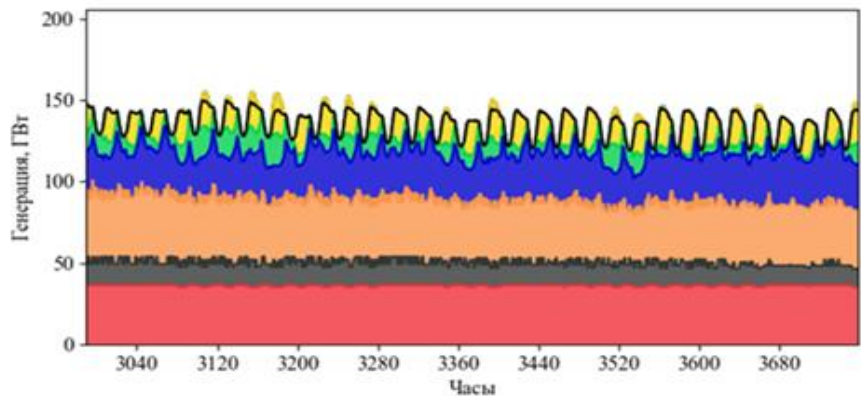
ИО



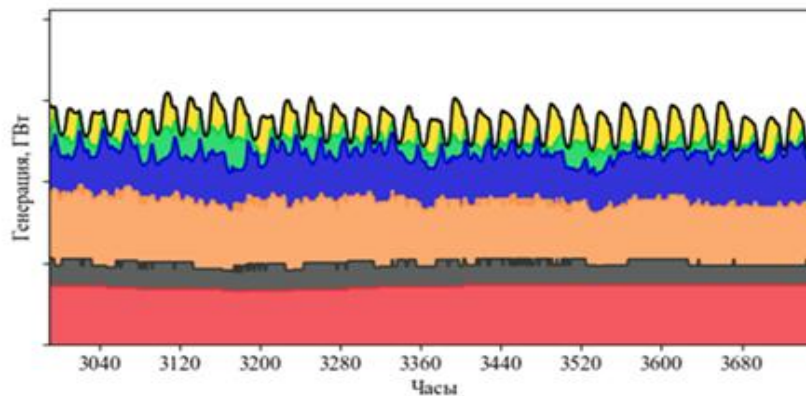
ВЗ



ВБЗ



ВИЗ



ИО: базовый сценарий

ВБЗ: интенсивное развития ВИЭ без строительства накопителей (кроме ГАЭС)

ВЗ: интенсивное развитие ВИЭ, объемы мощности накопителей определены в модели EPOS

ВИЗ: уточнен состав мощностей накопителей в инвестиционном режиме МОККО

Количественная оценка системных эффектов: энергетические эффекты (2)

Мощности электростанций
 И0: 273ГВт → В3, ВБ3, ВИ3: 300 ГВт

Для покрытия одного и того же спроса потребовалось значительно больше мощности

Срезание выработки ВИЭ

И0: 181981 МВт*ч

В3: 249748 МВт*ч

ВБ3: 1340770 МВт*ч

Экономия топлива на запусках электростанций:

И0 → В3 экономия 31,5%

В3 → ВБ3 перерасход 48,9%

Объемы накопителей (без ГАЭС)
 И0, ВБ3: 0 МВт В3: **8269 МВт** ВИ3: 12478 МВт



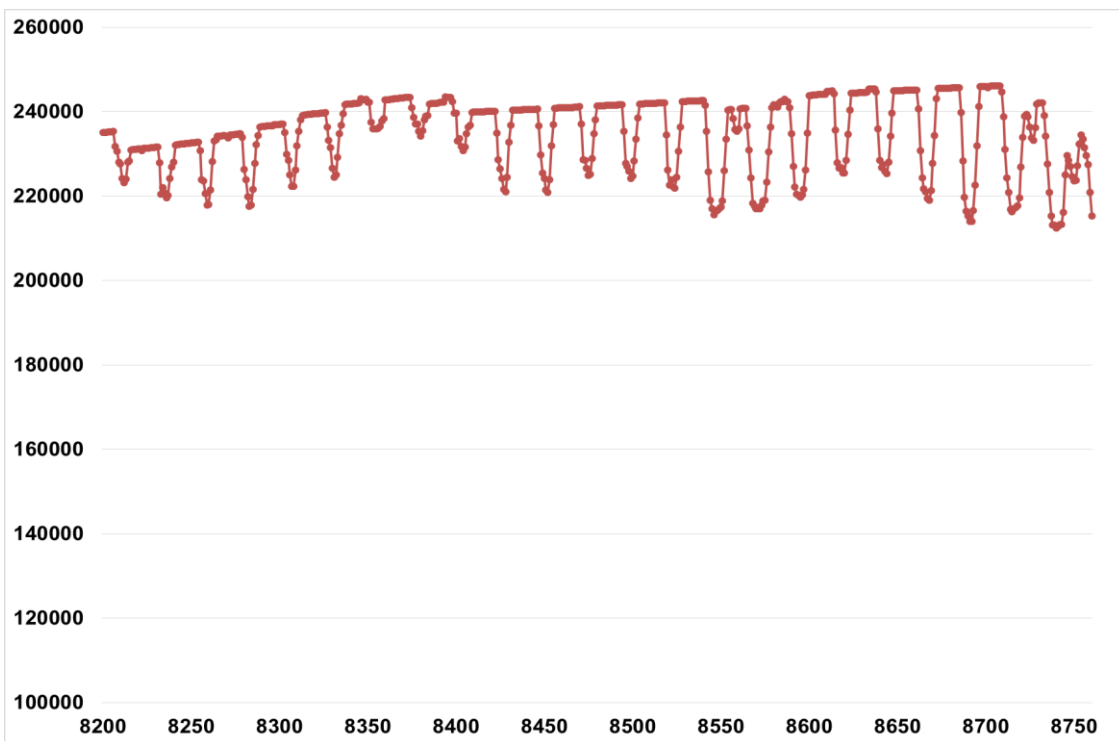
Экономия ВСЕГО на электростанциях:

И0 → В3 экономия 118,7 тыс. ГВт*ч

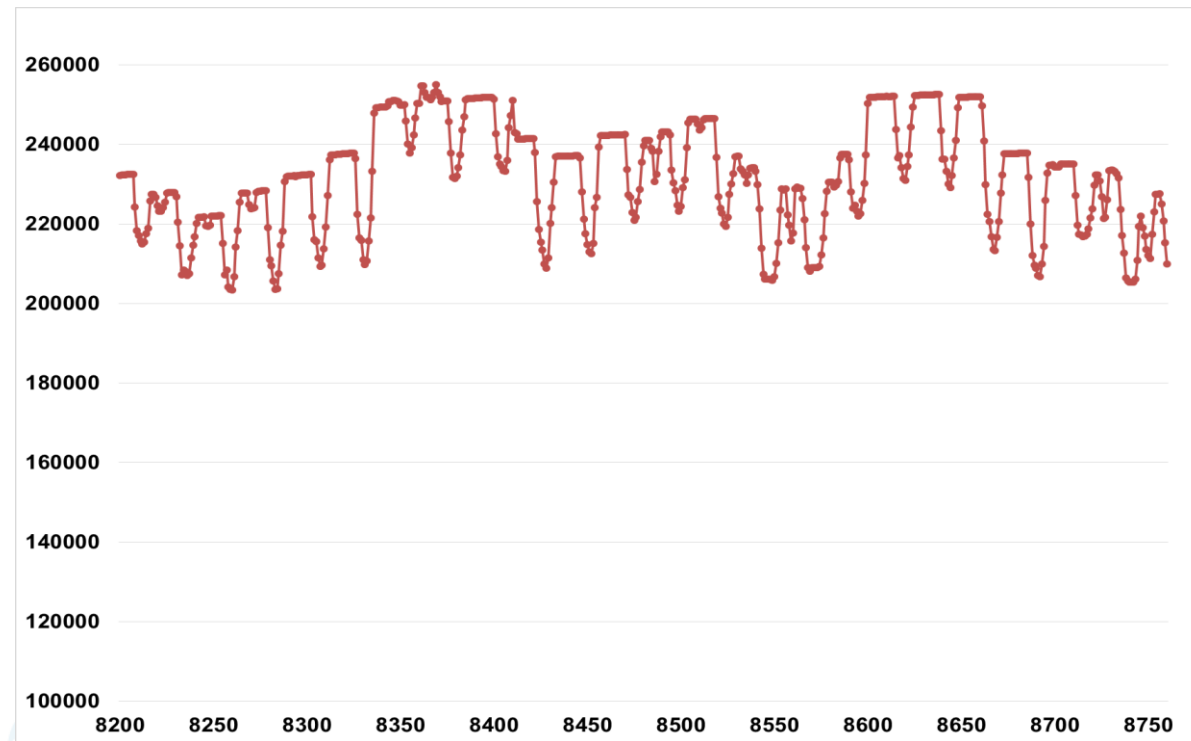
В3 → ВБ3 перерасход 2,7 тыс. ГВт*ч

Количественная оценка системных эффектов: изменение потребления газа (1)

ИО Годовой минимум 75,9 тыс. МВт*ч
 Годовой максимум 250,7 тыс. МВт*ч



ВБЗ Годовой минимум 68,4 тыс. МВт*ч
 Годовой максимум 255 тыс. МВт*ч



Для иллюстрации системного эффекта выбраны зимние часы (8200 – 8760)

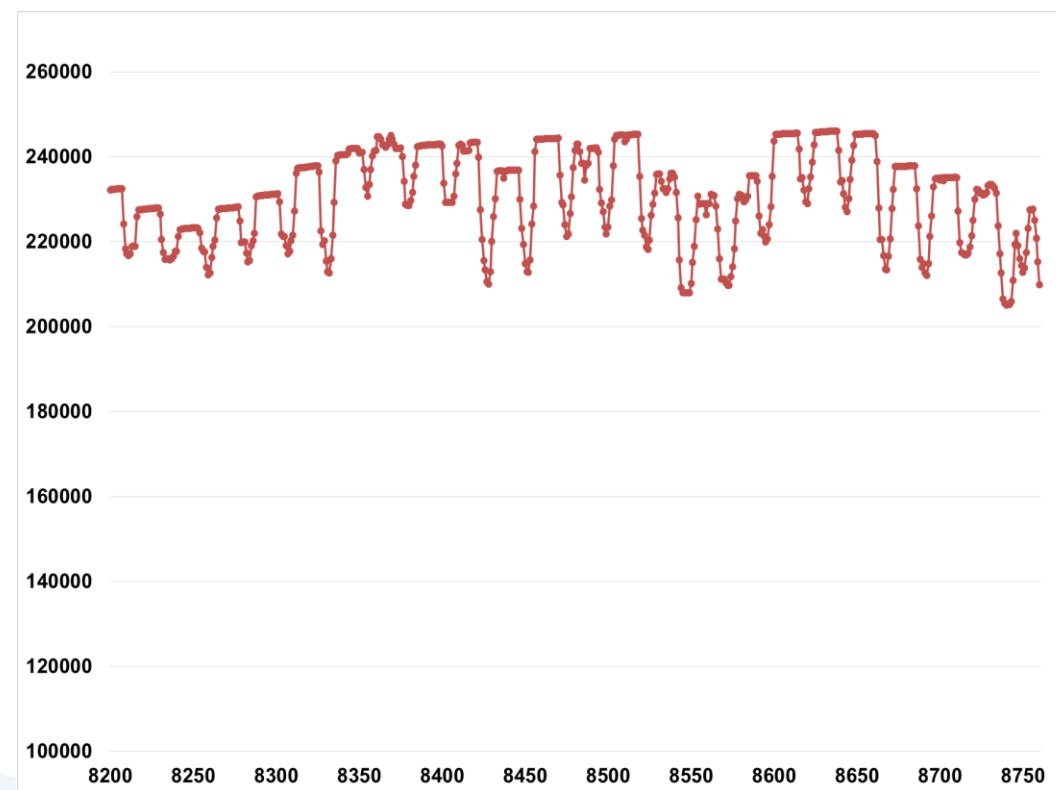
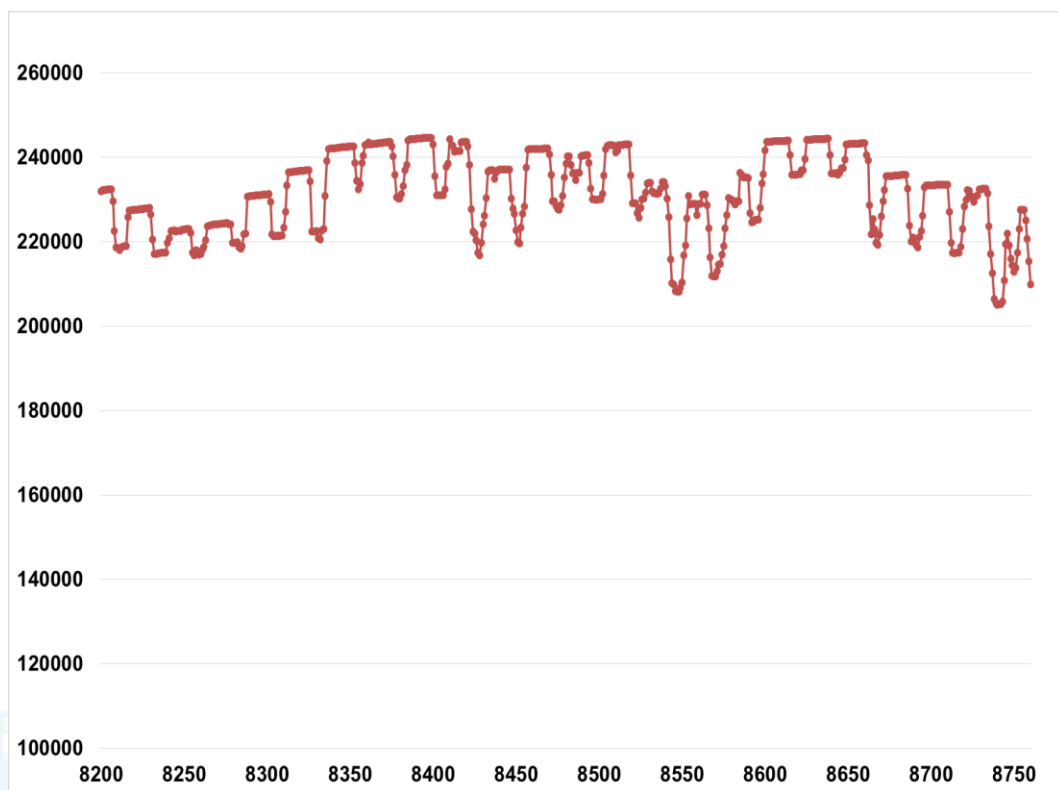
Количественная оценка системных эффектов: изменение потребления газа (2)

В3

Годовой минимум 70,9 тыс. МВт*ч
Годовой максимум 244,7 тыс. МВт*ч

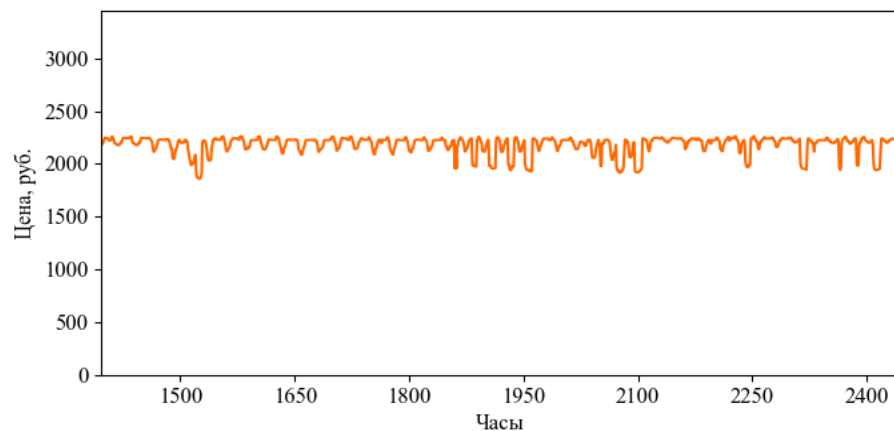
ВИ3

Годовой минимум 68,4 тыс. МВт*ч
Годовой максимум 246,1 тыс. МВт*ч

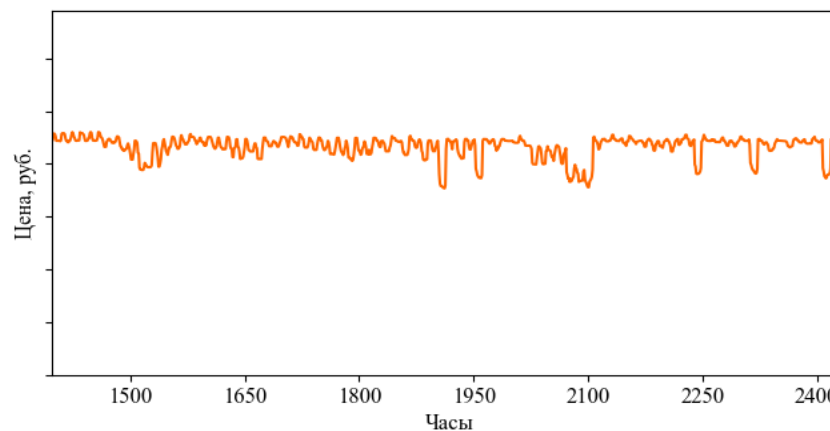


Количественная оценка системных эффектов: экономические эффекты

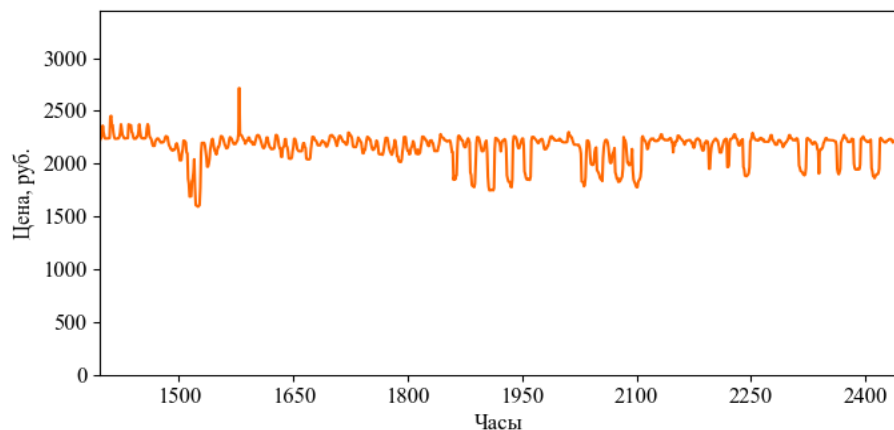
И0



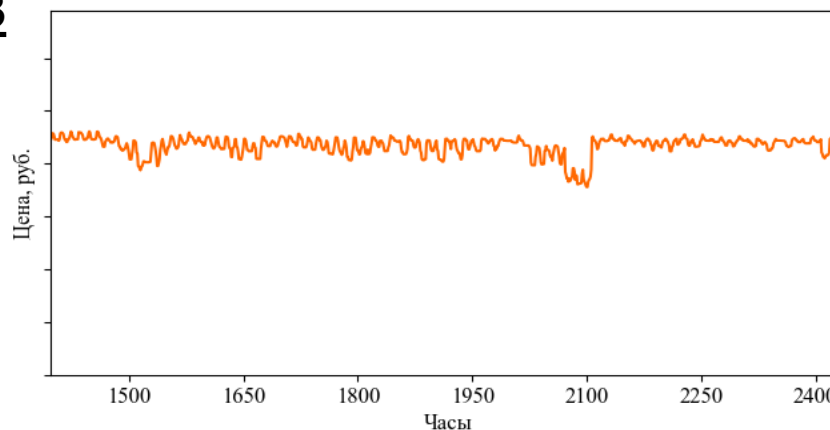
В3



ВБ3



ВИ3



Без накопителей видны флуктуации графика цен на электроэнергию из-за режимов работы ВИЭ

Накопители сглаживают ценовые эффекты

В сценарии ВБ3 максимальная цена в ОЭС Юга на 294 руб./МВт*ч (9%) больше, чем в сценарии В3

Выводы и перспективы исследования

Основные выводы:

- Рассмотрен вариант адаптации энергосистемы к росту стохастической выработки электроэнергии ВИЭ
- На модели МОККО количественно оценены возникающие системные эффекты, связанные с избытками/дефицитами баланса, объемами и динамикой расхода топлива, затратами и ценами электроэнергии
- Совместная работа моделей показала дополнительные возможности для уточнения необходимого состава мощностей электростанций и накопителей

Перспективы:

- Оценка необходимых дополнительных финансовых мер поддержки для обеспечения получения объектами электроэнергетики НВВ
- Оценка и предложения по совершенствованию существующего механизма финансирования проектов объектов электроэнергетики

Спасибо за внимание!

