



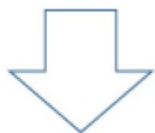
Интеллектуальное управление энергетическим оборудованием ГЭС

Введение в гидроэнергетику

ГЭС - Гидроэлектростанции

—электростанции,
использующие энергию
водных масс в русловых
водотоках и приливных
движениях.

Е падающей воды



Е электричества



Введение в гидроэнергетику

Около **20 %**
мощности приходится на ГЭС



Установленная мощность



Мощность крупнейших **12** ГЭС
> 1000 МВт

Зачем нужна ГЭС?



Проблема

- Уникальность агрегаторов
- Внешние факторы
- Необходимость ремонта агрегата
- Экологические факторы

Проблема

Отсутствует
автоматизированная система
для распределения мощностей
между агрегатами.



За рубежом также нет
такого ПО для
крупных ГЭС.

Цель кейса:

разработать концепт интеллектуального управления гидроагрегатами

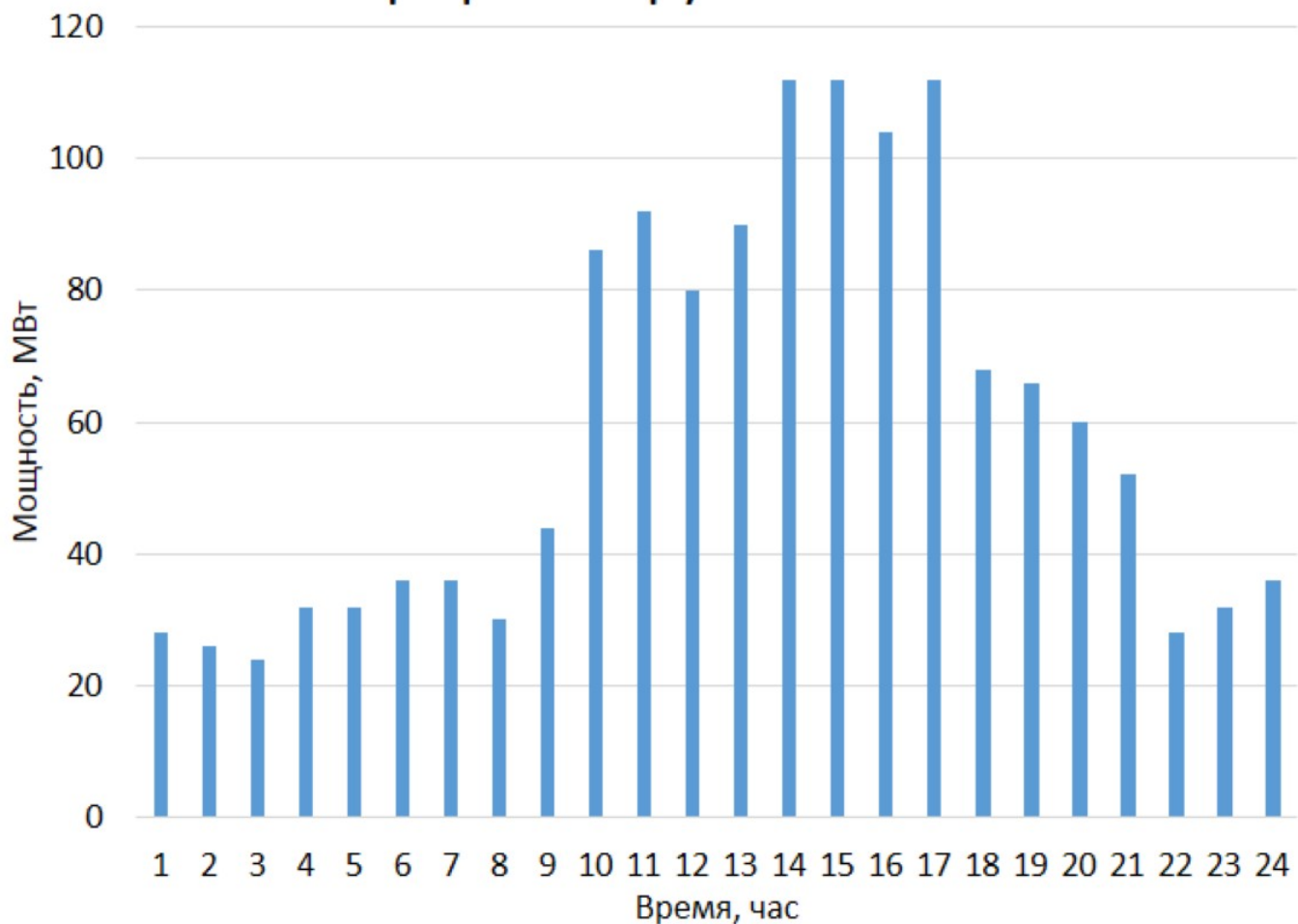
Задачи:

- ✓ ознакомиться с работой ГЭС и физикой процесса
- ✓ ознакомиться со способом распределения необходимой выдаваемой мощности между агрегатами
- ✓ выделить факторы, которые необходимо учитывать при автоматизации распределения необходимой выдаваемой мощности между агрегатами

Тип кейса: исследовательский

Анализ потребления мощности

График нагрузки блока



Характеристики потерь мощности

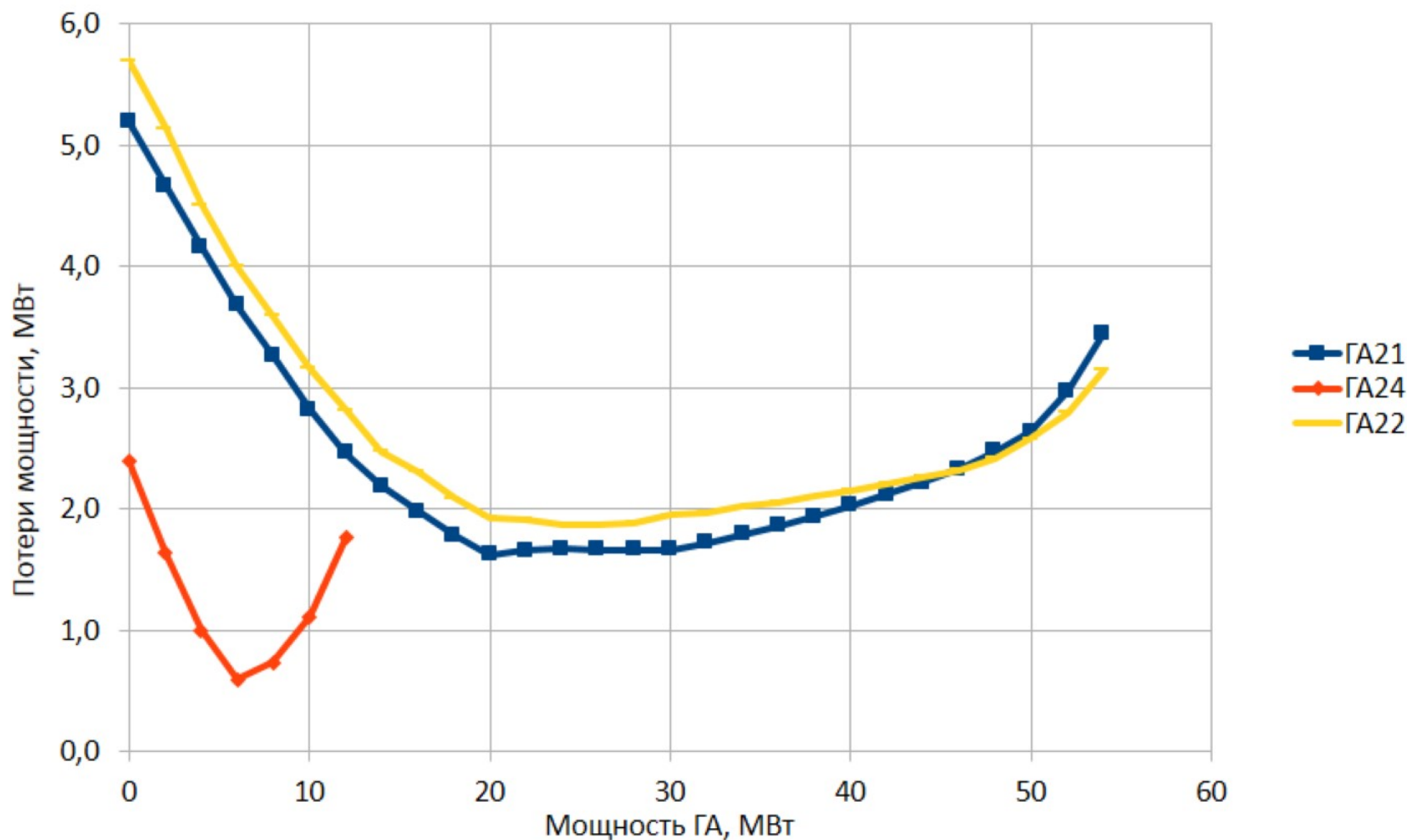


График работы ГА21

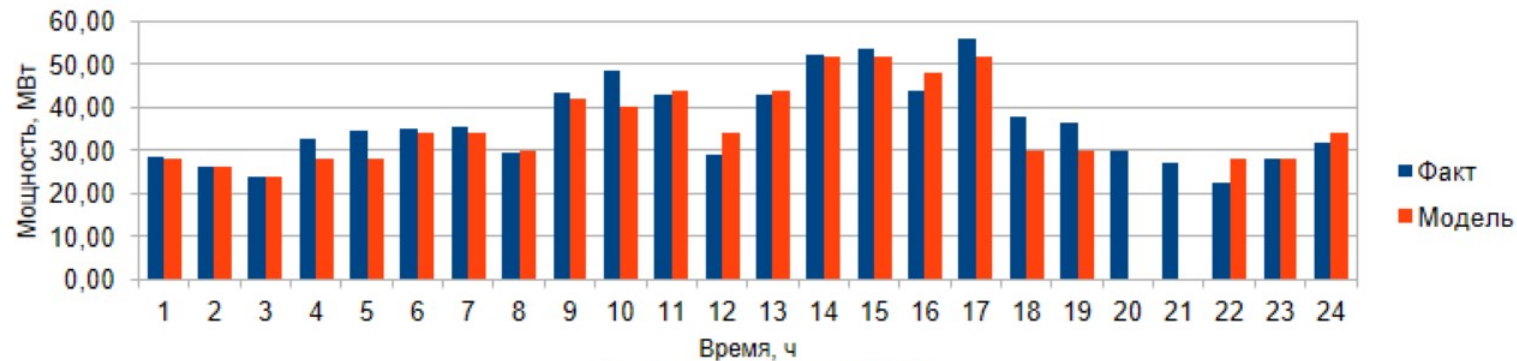


График работы ГА22

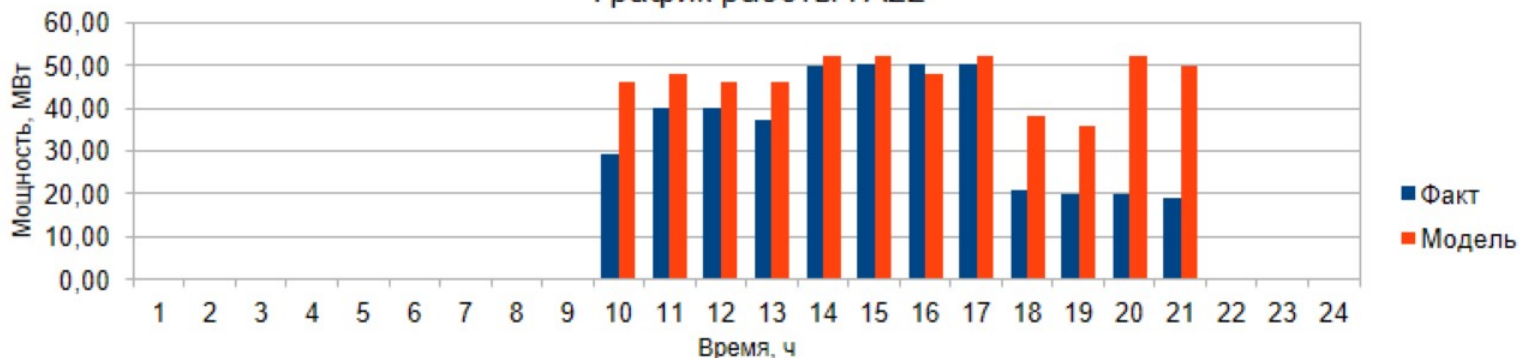


График работы ГА24

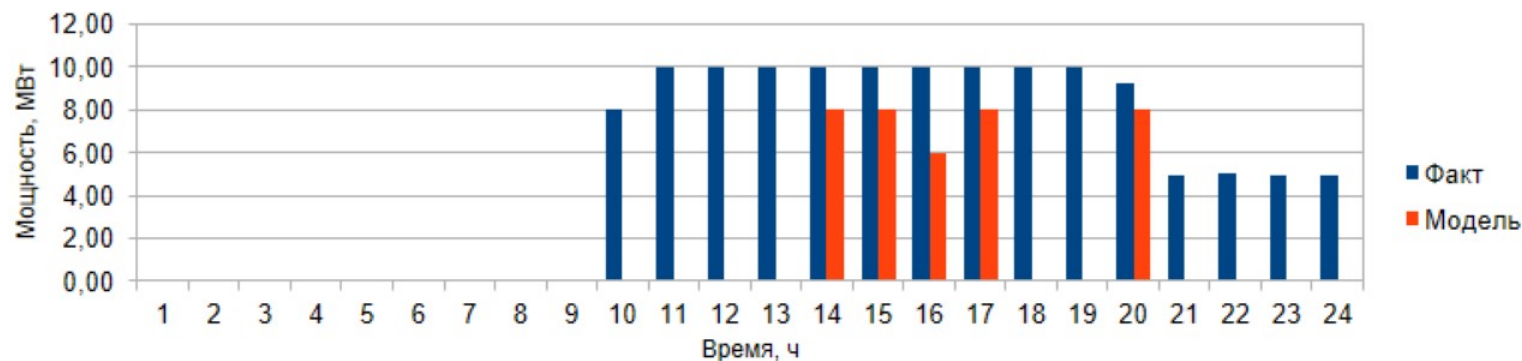


График работы ГА21

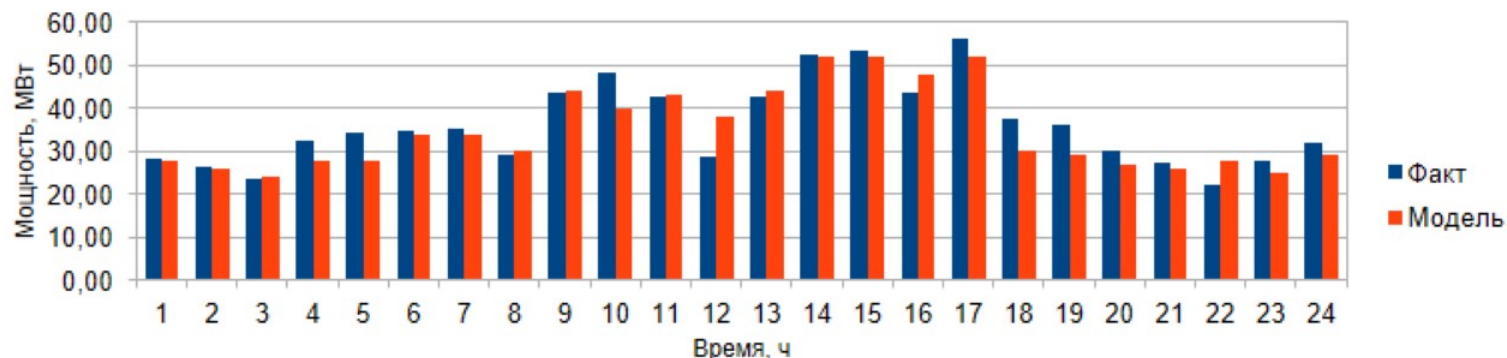


График работы ГА22

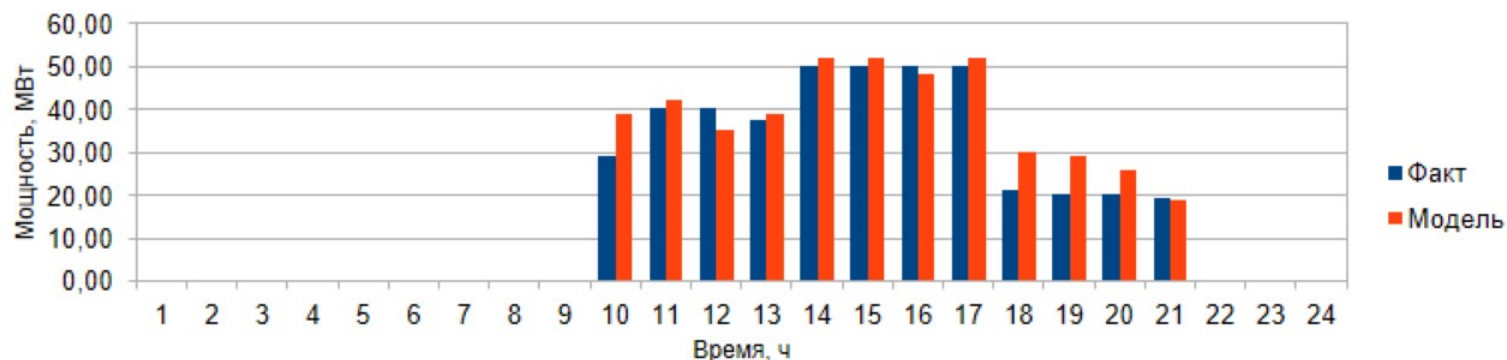
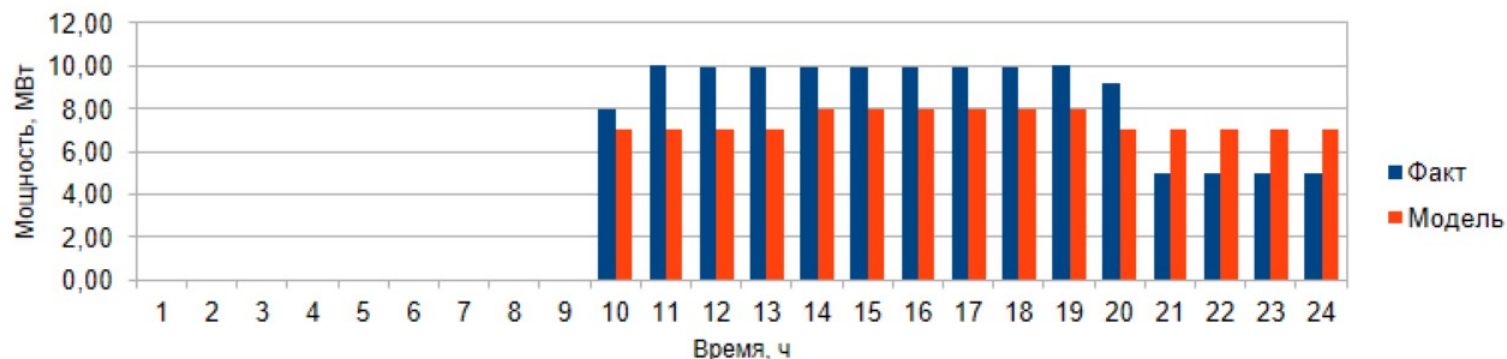
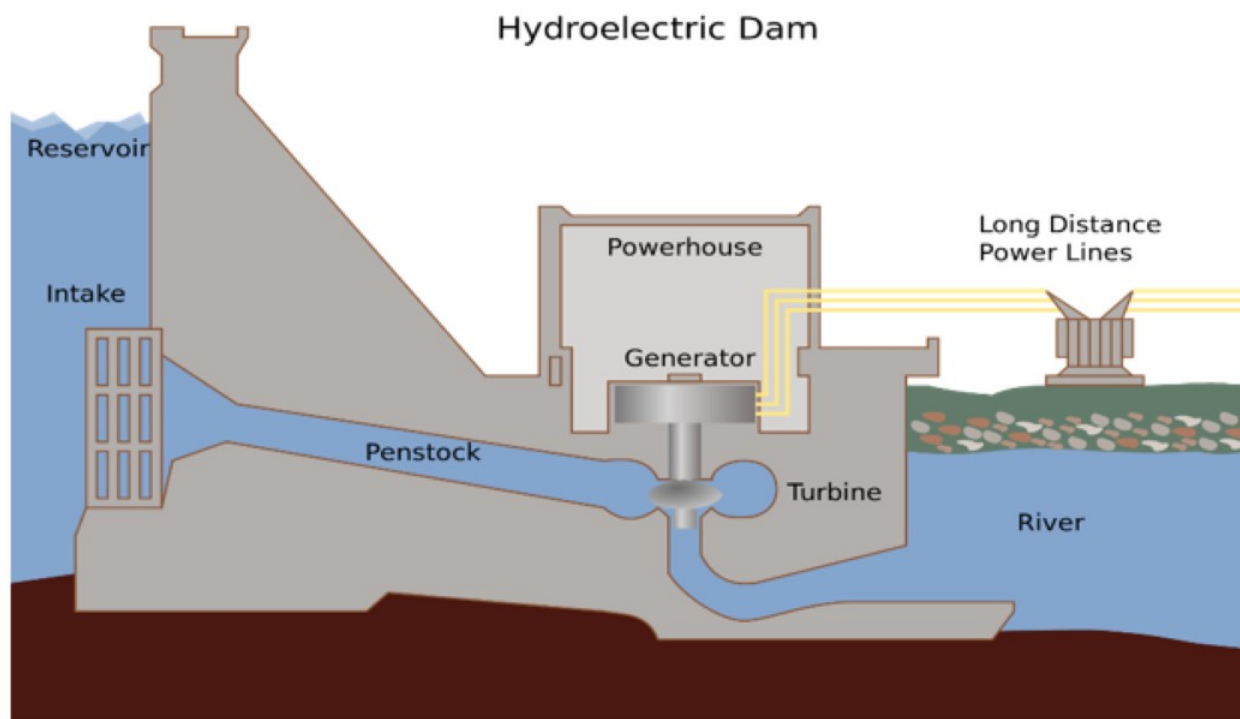


График работы ГА24



Анализ процессов на ГЭС

- Упругий гидроудар при смене режима
- Постоянное трение воды о лопасти
- Зависимость H от вырабатываемой мощности
- Зависимость КПД от технического состояния



Факторы, влияющие на выбор гидроагрегатов

- 1) Одно включение и выключение на гидроагрегатора в сутки
- 2) Стремление к максимальному КПД
- 3) Выполнение требований СО и предсказание дальнейших запросов
- 4) Учет технического состояния оборудования и требований эксплуатации
- 5) Включение дополнительных гидроагрегатов в пики нагрузки
- 6) Плавное снижение нагрузки
- 7) Учёт экологических факторов



Архитектура решения



Программное решение

Этапы работы программы:

- $F(X) = k_0 * x_0 + k_1 * x_1 + \dots + k_n * x_n$ – приоритетность использования агрегата для разных значений мощности
 $k_{1..n}$ – коэффициенты, $x_{1..n}$ – численные параметры (КПД, мощность, on/off, и тд.)
- Перебор распределяемых мощностей на агрегатах для поиска наилучшей суммы приоритетов
- Перебор ограничивается методом ветвей и границ – заведомо плохие варианты отсекаются
- На выходе – наилучшие варианты работы, человек выбирает оптимальный

Перспективы развития

- Перенос перебора с CPU на GPU
- Использование методов ML для отсечения ветвей
- Апробация моделирования на Саратовской ГЭС
- Написание концептуального ПО



Команда кейса:

1. Варакута Полина Сергеевна
2. Власов Денис Владимирович
3. Долотова Ульяна Сергеевна
4. Иванова Алена Викторовна
5. Иванова Анастасия Сергеевна
6. Иванова Ксения Андреевна
7. Липатов Владимир Алексеевич
8. Ляпун Екатерина Васильевна
9. Никитин Алексей Михайлович
10. Осипов Даниил Александрович
11. Попов Александр Вадимович
12. Рудаков Михаил Игоревич
13. Старцева Анна Андреевна
14. Хрущев Андрей Андреевич
15. Хрущев Дмитрий Андреевич

Эксперты:

Васьков Алексей Геннадьевич
Глушкова Татьяна Сергеевна



РусГидро