

Система управления оборудованием, энергетическими режимами, рыночными и производственными стратегиями



Для ТЭС и генерирующих
компаний

Сферы применимости

Ведение расчётной модели ТЭС в электронном виде

Производственное планирование среднесрочное и краткосрочное

Расчет фактических и нормативных ТЭП и формирование отчетности

Оптимизация энергетических режимов, формирование оптимальной ценовой заявки

Оптимальное оперативное управление энергетическим режимом

Создание видеокадров для персонала

Структура экономического эффекта

Совместное использование системы производственными и рыночными подразделениями обеспечивает максимальный экономический эффект. По времени формирования эффекта выделяются следующие этапы:

- **производственное планирование следующего месяца** – определение оптимальных режимов работы, определение оптимальной структуры топлива
- **день X-4** – макет ВСВГО (состав и параметры генерирующего оборудования – оптимизация по составу оборудования по критерию максимизации маржинальной прибыли)
- **день X-1** – заявки на РСВ (график загрузки генерирующего оборудования – формирование оптимальной ценовой заявки)
- **день X** – оптимальная работа на БР (оптимизация отклонений по собственной инициативе), оптимизация энергетического режима в темпе процесса (оптимальное перераспределение тепловых и электрических нагрузок между агрегатами)
- **день X+** – анализ результатов работы, при необходимости расчёт поправок к нормативу на основании факта, определение корректирующих воздействий на состояние оборудования

Явный эффект

Наибольший эффект достигается для:

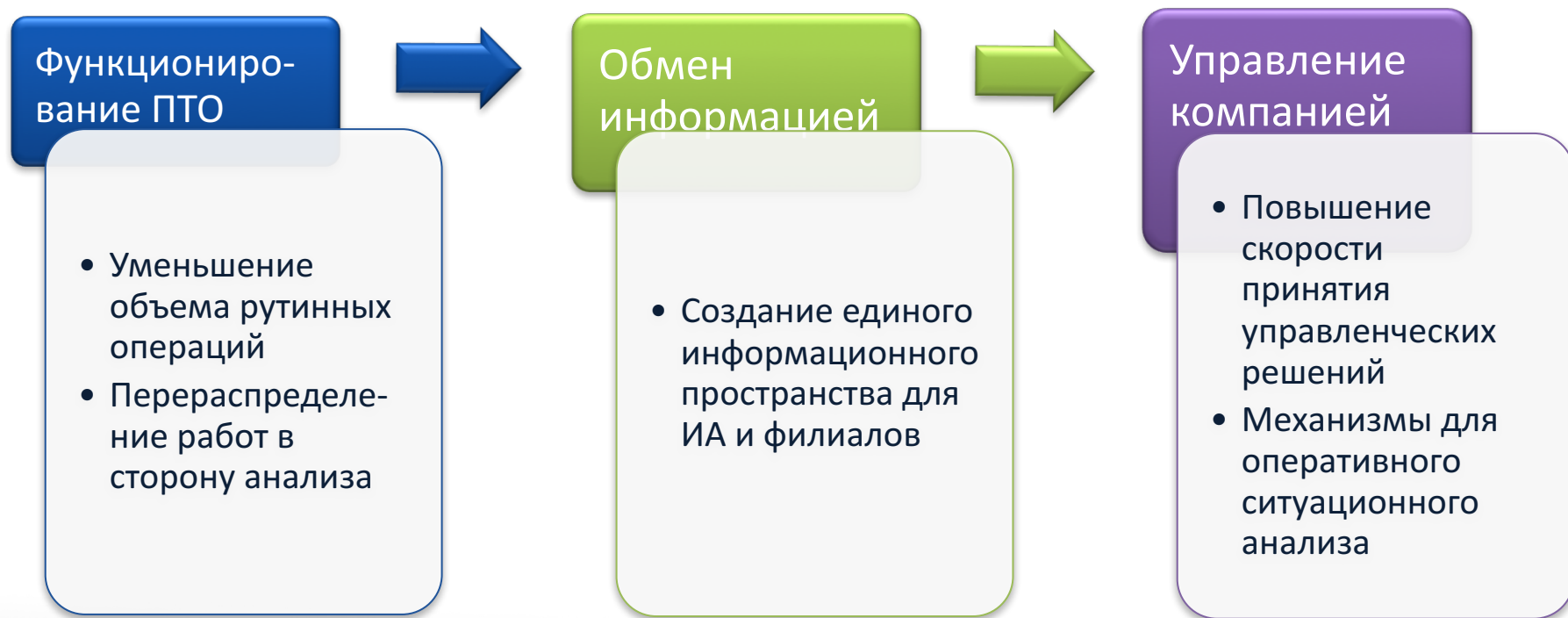
- ТЭС с комбинированной выработкой тепла и электроэнергии
- ТЭС с разнотипным оборудованием
- ТЭС с поперечными связями

Величина экономического эффекта составляет:

- 1 – 2% от стоимости потребляемого топлива – за счёт решения оптимизационных задач и формирования оптимальной ценовой заявки
- До 500 тыс. рублей в месяц за счёт минимизации штрафов по результатам работы на БР

С целью подтверждения размера экономического эффекта на НСвТЭЦ проводился НИР

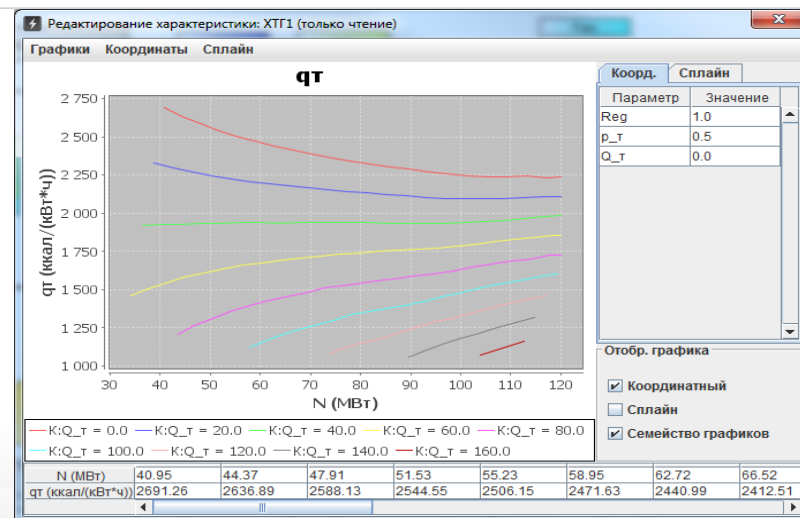
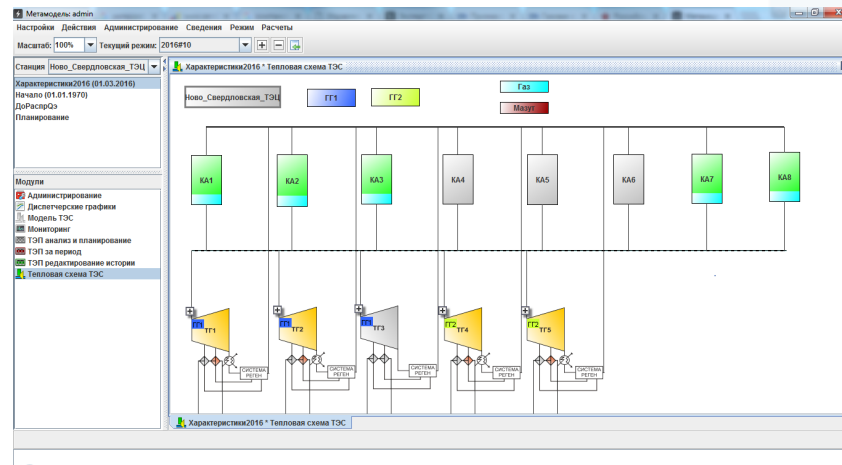
Неявный эффект



Функциональные возможности 1/7

Ведение в электронном виде расчётной модели ТЭС

- Отображение и редактирование модели в привычном для технолога виде (соответствует НТД по топливоиспользованию)
- Версионность модели ТЭС
- Возможность задавать способы расчёта параметров без ограничения сложности
- Автоматизированный расчёт поправок к нормативу на основании факта
- Снижение трудоемкости при создании модели (клонирование объектов, экспорт, импорт, автоматизация оцифровки графиков)
- Актуализация модели силами технолога
- Возможность неограниченного расширения модели



Функциональные возможности 2/7

Расчет ТЭП произвольных энергетических режимов

- Мгновенные и агрегационные режимы
- Пропорциональный и физический методы
- Имитационное моделирование
- Представление результатов расчёта в графическом и табличном виде

Расчёт ТЭП фактических энергетических режимов

- Автоматическое поступление данных из ИС ТЭС, ручной ввод недостающих данных
- Возможность анализа отклонений факта от норматива

Расчёт ТЭП в темпе процесса

Производственное планирование, расчёт нормативных ТЭП

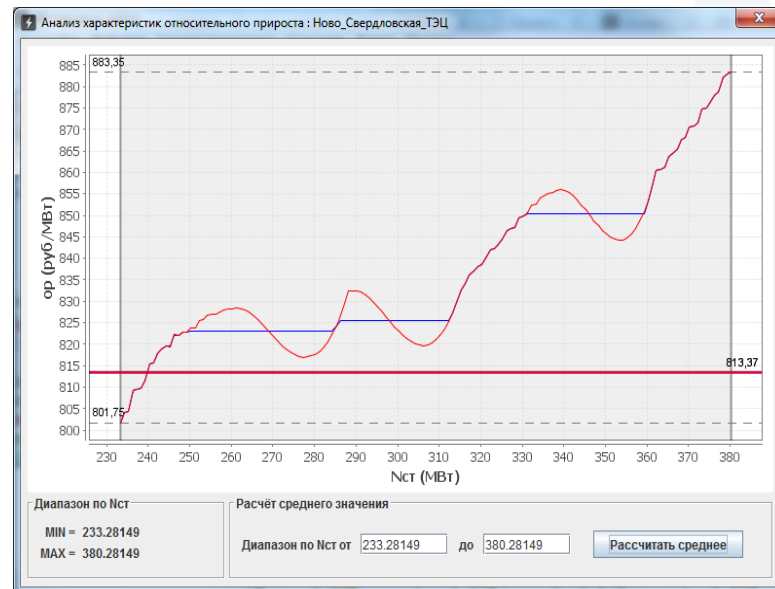
Базой для расчета ТЭП является:

- Документация по топливоиспользованию
- Энергетические характеристики оборудования
- Расчетная модель станции (макет расчета ТЭП)

Функциональные возможности 3/7

Функции для работы на РСВ

- Построение ХОПЗ ТЭС, ГТПГ и любой единицы оборудования
- Расчёт себестоимости производства электроэнергии в конденсационном диапазоне
- Определение рабочего диапазона ТЭС по электрической мощности
- Расчёт параметров оптимальной ценовой заявки для ОРЭ



Характеристика затрат

- график зависимости часовых затрат на расходуемое топливо от электрической мощности станции

Относительный прирост затрат

- величина дополнительных затрат на расходуемые энергоресурсы (себестоимость по топливной составляющей) при изменении мощности на один МВт

Характеристика относительных приростов затрат

- график зависимости относительного прироста затрат от электрической мощности станции

Функциональные возможности 4/7

Оптимизация

- Выбор оптимального энергетического режима с перераспределением электрических (электрических и тепловых нагрузок)
- Выбор оптимального состава оборудования для заданных тепловой и электрической нагрузок
- Учёт ограничений по видам топлива и других ограничений
- Возможность задания критерия оптимизации (минимум затрат/максимизация прибыли)

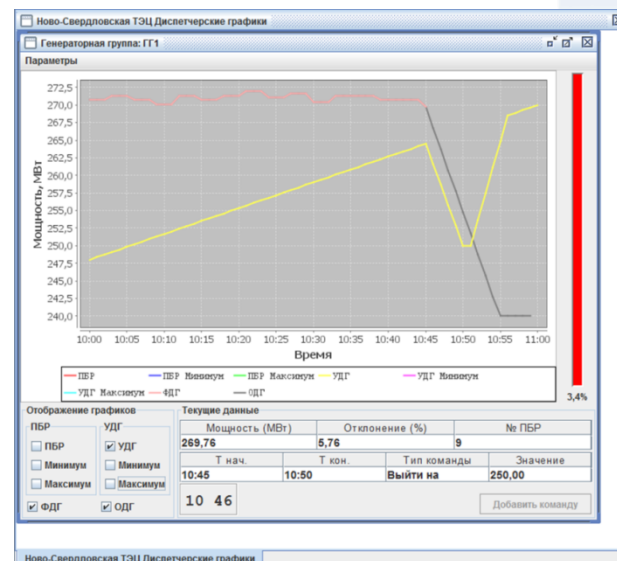
Эффективное решение задачи оптимизации достигается за счёт:

- Сглаживания расчётной модели ТЭС посредством сплайнов наилучшего приближения
- Назначения параметров модели ТЭС в качестве варьируемых в процессе оптимизации
- Построения ХОП оборудования ТЭС
- Математической устойчивости найденного оптимального решения

Функциональные возможности 5/7

Оптимизация работы на БР, оперативное управление энергетическим режимом

- Формирование оптимальной рекомендации по ведению режима в разрезе ГТПГ:
- Учёт стоимости отклонений вверх и вниз
- Учёт скорости набора нагрузки



Основные функции модуля «Диспетчерские графики» для работы на БР:

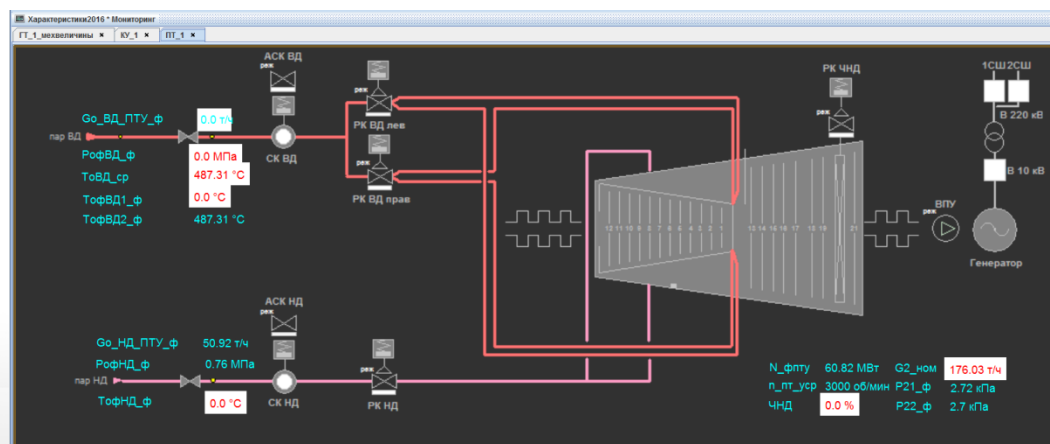
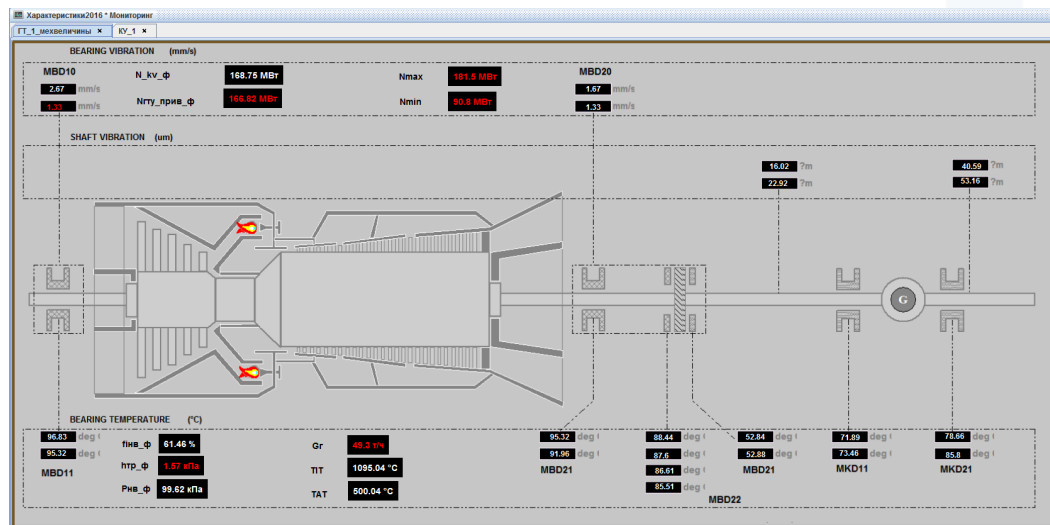
- Мониторинг в режиме реального времени актуального плана балансирующего рынка, уточнённого диспетчерского графика и графика фактической нагрузки генераторной группы
- Формирование оптимальной рекомендации по ведению диспетчерского графика до конца часа
- Расчёт и визуализация отклонения часовой выработки для фактического и оптимального диспетчерского графика от часовой выработки для уточнённого диспетчерского графика
- Сигнализация о необходимости применения управляющих воздействий для минимизации ущерба или максимизации прибыли на БР

Функциональные возможности 6/7

Оперативный мониторинг значений любых технологических параметров

Настройка форм мониторинга произвольного вида (с использованием необходимых технологических схем)

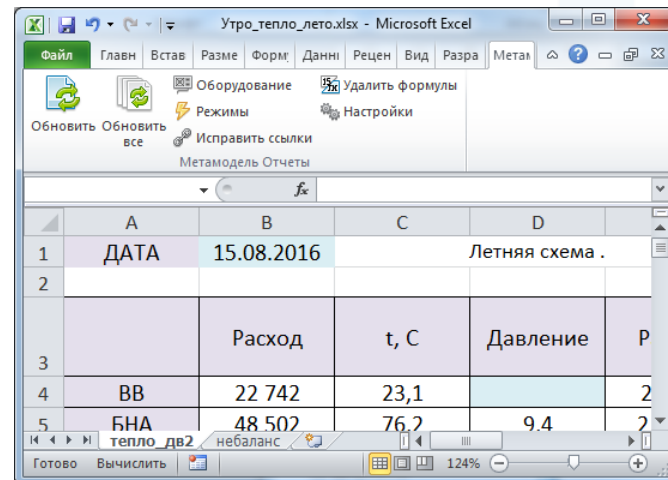
Индикация неактуальных параметров, выхода значений параметров за уставки



Функциональные возможности 7/7

Общесистемные функции

- Выгрузка любых данных из системы в формы MS Excel
- Возможность настройки отчётных форм произвольного вида технологом
- Возможность обращения к графикам нормативных характеристик из MS Excel
- Аудит всех системных событий
- Богатые возможности для управления полномочиями и видимостью системных объектов



Утро_тепло_лето.xlsx - Microsoft Excel

Файл Главная Вставка Разметка Формат Данные Рецензия Вид Разное Мета...

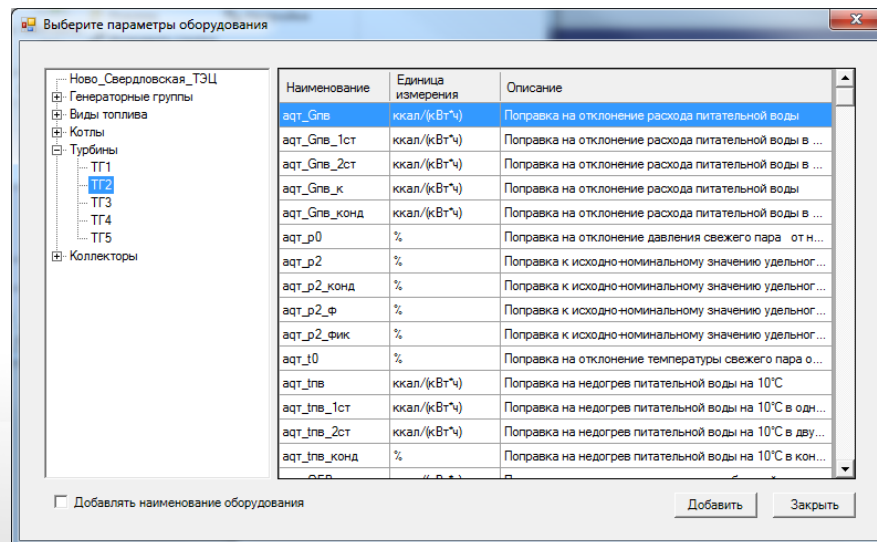
Обновить Оборудование Режимы Удалить формулы Исправить ссылки Настройки

Мета-модель Отчеты

	A	B	C	D
1	ДАТА	15.08.2016		Летняя схема .
2				
3		Расход	t, C	Давление
4	ВВ	22 742	23,1	2
5	БНА	48 502	76,2	9.4

Готово Вычислить

- Excel – универсальная среда для выгрузки данных и формирования стандартных отчетных форм
- Обеспечиваются расчёты в MS Excel с использованием базы энергетических характеристик
- Выборка и отображение любых данных из базы Системы
- Формирование в MS Excel именованных шаблонов, позволяющих на основании хранимых в Системе данных автоматически создавать печатные формы необходимого вида



Выберите параметры оборудования

Наименование	Единица измерения	Описание
aqt_gpw	ккал/(кВт*ч)	Поправка на отклонение расхода питательной воды
aqt_gpw_1ст	ккал/(кВт*ч)	Поправка на отклонение расхода питательной воды в ...
aqt_gpw_2ст	ккал/(кВт*ч)	Поправка на отклонение расхода питательной воды в ...
aqt_gpw_k	ккал/(кВт*ч)	Поправка на отклонение расхода питательной воды
aqt_gpw_конд	ккал/(кВт*ч)	Поправка на отклонение расхода питательной воды в ...
aqt_p0	%	Поправка на отклонение давления свежего пара от н...
aqt_p2	%	Поправка к исходно-номинальному значению удельног...
aqt_p2_конд	%	Поправка к исходно-номинальному значению удельног...
aqt_p2_ф	%	Поправка к исходно-номинальному значению удельног...
aqt_p2_фикс	%	Поправка к исходно-номинальному значению удельног...
aqt_t0	%	Поправка на отклонение температуры свежего пара о...
aqt_tnv	ккал/(кВт*ч)	Поправка на недогрев питательной воды на 10°C
aqt_tnv_1ст	ккал/(кВт*ч)	Поправка на недогрев питательной воды на 10°C в одн...
aqt_tnv_2ст	ккал/(кВт*ч)	Поправка на недогрев питательной воды на 10°C в дву...
aqt_tnv_конд	%	Поправка на недогрев питательной воды на 10°C в кон...

☐ Добавлять наименование оборудования

Добавить Закрыть

Формирование оптимальной ценовой заявки

- В системе задаётся набор режимов, описывающий планируемые сутки (24 режима)
- Задаётся прогноз цены на РСВ для каждого режима
- Системой выполняется расчёт оптимальных заявок для набора режимов:

Параметры первой ступени ценовой заявки:

- выработка – минимальное значение рабочего диапазона
- подается по ценоприниманию

Параметры второй ступени ценовой заявки:

- выработка – определяется Системой как точка пересечения монотонной ХОПЗ с прогнозным значением цены РСВ. Если прогнозная цена РСВ лежит выше графика ХОПЗ, то выработка полагается равной рабочему максимуму
- цена полагается равной прогнозной цене на РСВ

Параметры третьей ступени ценовой заявки:

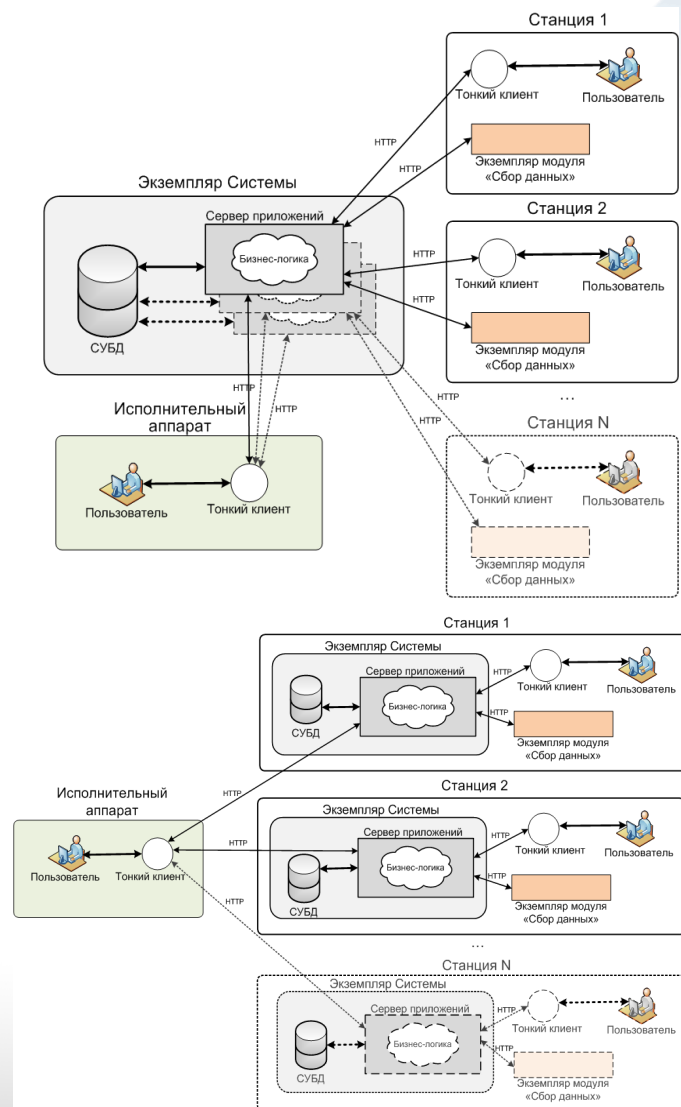
- выработка – максимальное значение рабочего диапазона
- цена – полагается равной максимуму из цены по графику монотонной ХОПЗ для максимального объема и прогноза цены на РСВ
- Формируются отчётные формы с использованием стандартного модуля построения отчётов

Иллюстрация экономического эффекта



Архитектура системы

- Допускает как централизованную (единый сервер для ГК), так и распределенную инсталляцию (сервер на каждой ТЭС)
- Допускает поставку Системы в виде облачного сервиса (для SAP Cloud Platform)
- Клиентское приложение может отображать данные по нескольким ТЭС даже в случае распределенной инсталляции
- Клиентская часть не содержит логики работы приложения и автоматически обновляется на рабочих местах
- Не зависит от конкретного поставщика системного ПО (СУБД, сервер приложений)



Подробности реализации

Многоуровневая архитектура:

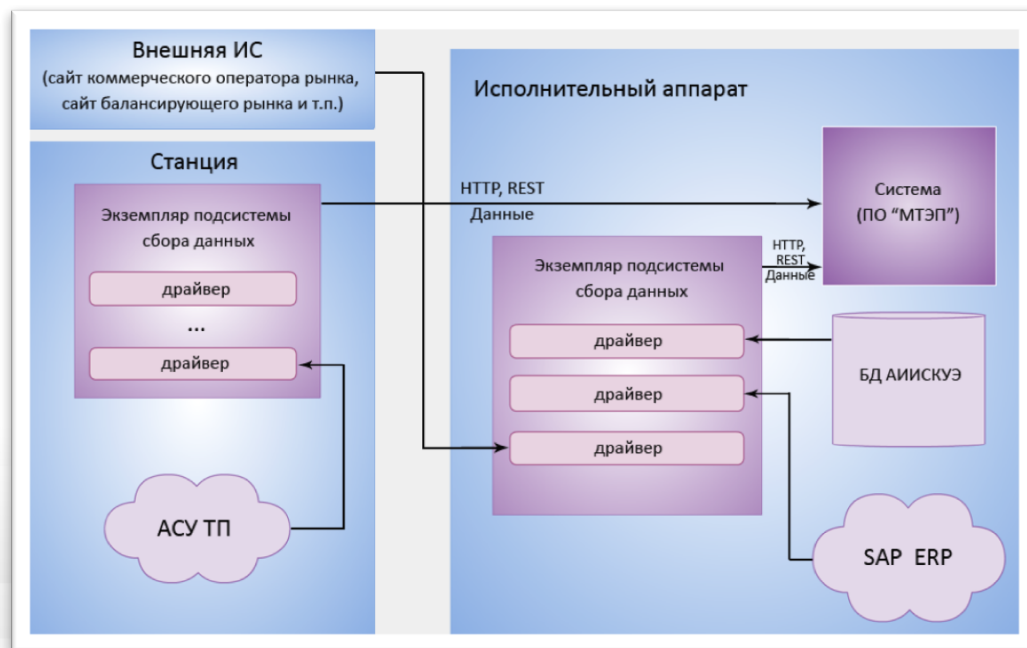
- Любая промышленная реляционная СУБД (Oracle, MS SQL Server, PostgreSQL, SAP HANA),
- Сервер приложений (Apache Tomcat, либо коммерческий аналог),
- Серверная бизнес-логика
- Презентационный уровень (тонкий клиент)

Использование только открытых технологий и стандартов

- Java-технологии в основе системы
- Клиент-серверное взаимодействие по стандарту REST по протоколу HTTP
- Система отчетности: выгрузка в Excel

Подсистема сбора данных

- Минимальная зависимость системы от источников данных:
 - сбор может осуществляться из различных источников: базы данных, файлы, удаленные веб-ресурсы, другие информационные системы
 - один сборщик может обслуживать несколько источников данных
 - подключение системы к новому источнику данных осуществляется без модификации системы путем регистрации нового драйвера источника
- Внутри системы исключено использование представлений данных, специфичных для конкретной ТЭС, либо для конкретного Заказчика



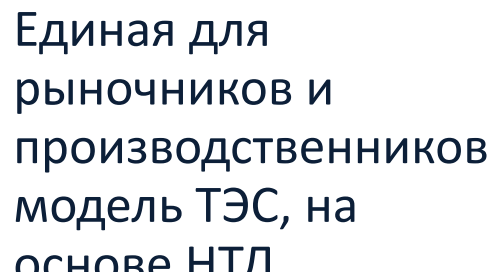
Последовательность внедрения на ТЭС

- Проведение обследования. Согласование частного ТЗ
- Настройка расчетной модели:
 - создание принципиальной тепловой схемы
 - оцифровка нормативной документации по топливоиспользованию
- Перевод в ОПЭ системы в части работы с нормативными ТЭП (производственное планирование, имитационное моделирование, построение ХОПЗ, расчёт оптимальной ценовой заявки)
- Перевод в ОПЭ системы в части автоматического получения данных, работы с фактическими ТЭП, формирования оптимальной рекомендации по ведению режима
- Перевод в ОПЭ системы в части оптимизации режимов, настройка форм для мониторинга технологических параметров
- Гарантийное обслуживание

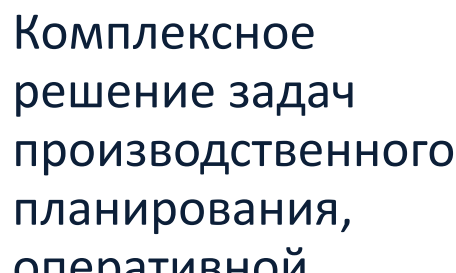
Критерии для оценки качества решения

1. Качество модели ТЭС:
 - Соответствие общепринятой методике (в основе модели должна лежать НТД по топливоиспользованию)
 - Соответствие модели специфике решаемой задачи (нелинейность, присущая протеканию тепловых процессов; возможность сведения теплового и пароводяного балансов)
 - Версионность модели
2. Использование единой модели для расчётов ТЭП и решения задач работы на рынке
3. Возможность поддержания модели в актуальном состоянии силами технолога
4. Возможность организации эффективного ввода данных и их верификации
5. Проверяемость результатов оптимизации (возможность для исходного и оптимального режимов рассчитать затраты в соответствии с НТД и сравнить их)
6. Удобство использования ПО
7. Качество ИТ-компонент решения:
 - Архитектура решения
 - Требования к аппаратному обеспечению
 - Информационная безопасность
8. Стоимость решения

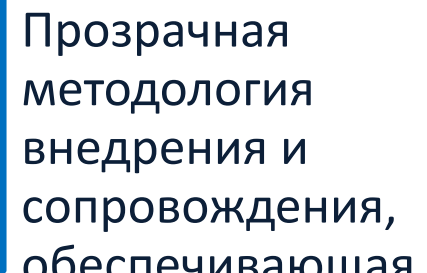
Ключевые преимущества



Единая для
рыночников и
производственников
модель ТЭС, на
основе НТД,
пополняема без
программирования
и понятна технологу



Комплексное
решение задач
производственного
планирования,
оперативной
отчетности,
оптимизации,
работы на БР и РСВ



Прозрачная
методология
внедрения и
сопровождения,
обеспечивающая
быстрый
гарантированный
экономический
эффект

Опыт использования

- ПАО «Т-Плюс» Новосвердловская ТЭЦ (5 турбин, 7 котлов, поперечные связи) 580 МВт, 900 ГКал
- Нижнетуринская ГРЭС (2 ПГУ, 2 водогрейных котла) 472 МВт, 560 ГКал
- Академическая ТЭЦ (ПГУ, 2 водогрейных котла, 2 паровых котла) 222 МВт, 440 ГКал

Спасибо за внимание!

ООО «Сервис-модель»

www.servicemodel.ru

Генеральный директор

Антон Меленцов

a.melentsov@servicemodel.ru

+7 (343) 2209873 * 141