

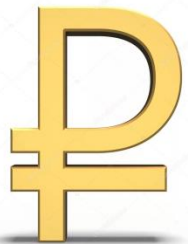


Моделирование и цифровизация объектов энергетической инфраструктуры

Санкт-Петербург, 2018 г.



Применение математического моделирования энергетической инфраструктуры обеспечит возможность проработки всех возможных эксплуатационных режимов ее работы и вариантов модернизации для решения следующих задач:



рациональное планирование затрат при новом строительстве, реконструкции, модернизации и эксплуатации



снижение сроков подготовки и проверки проектных решений



повышение производительности труда



качественное повышение надежности энергосистем



добыча нефти



Газпром нефть шельф
МЛСП Приразломная

нефтепереработка



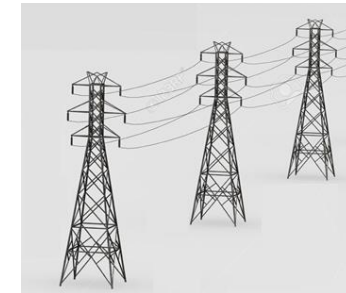
Газпромнефть –
Московский НПЗ

генерация



Сакмарская ТЭЦ

передача



Тяговые и распределительные
электрические сети
ОАО «РЖД»

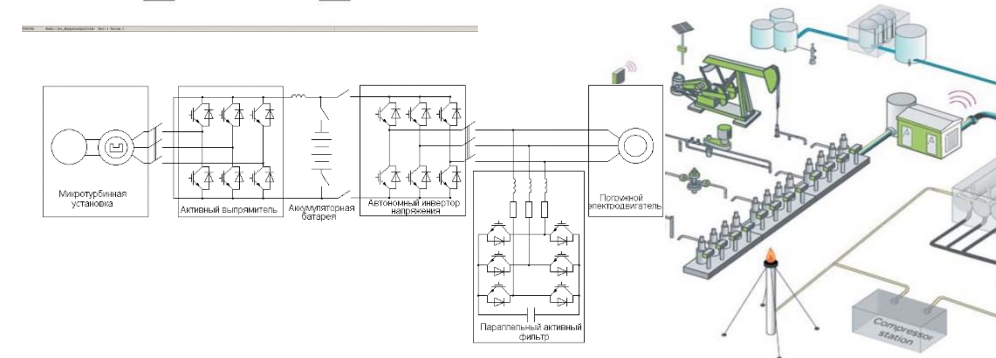
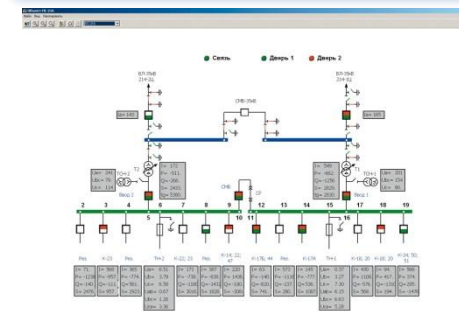
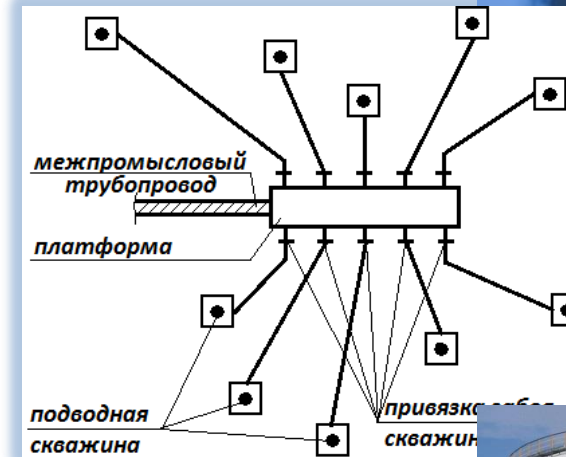


На сегодняшний день отсутствует альтернативный комплекс позволяющие одновременно совмещать следующий функционал:

- возможность моделировать объекты генерации, передачи и потребления тепловой и электрической энергии;
- рассчитывать режимные параметры (токи, напряжения, температуры, расходы и т.п.);
- рассчитывать фактические и/или нормативные потери энергии и мощности;
- производить планирование затрат;
- составлять балансы;
- формировать данные для расчета тарифов;
- моделирование энергосистем выполняется с применением программных комплексов отечественной разработки, которые прошли необходимую сертификацию в РОССТАНДАРТе и ВНИИНМАШ.

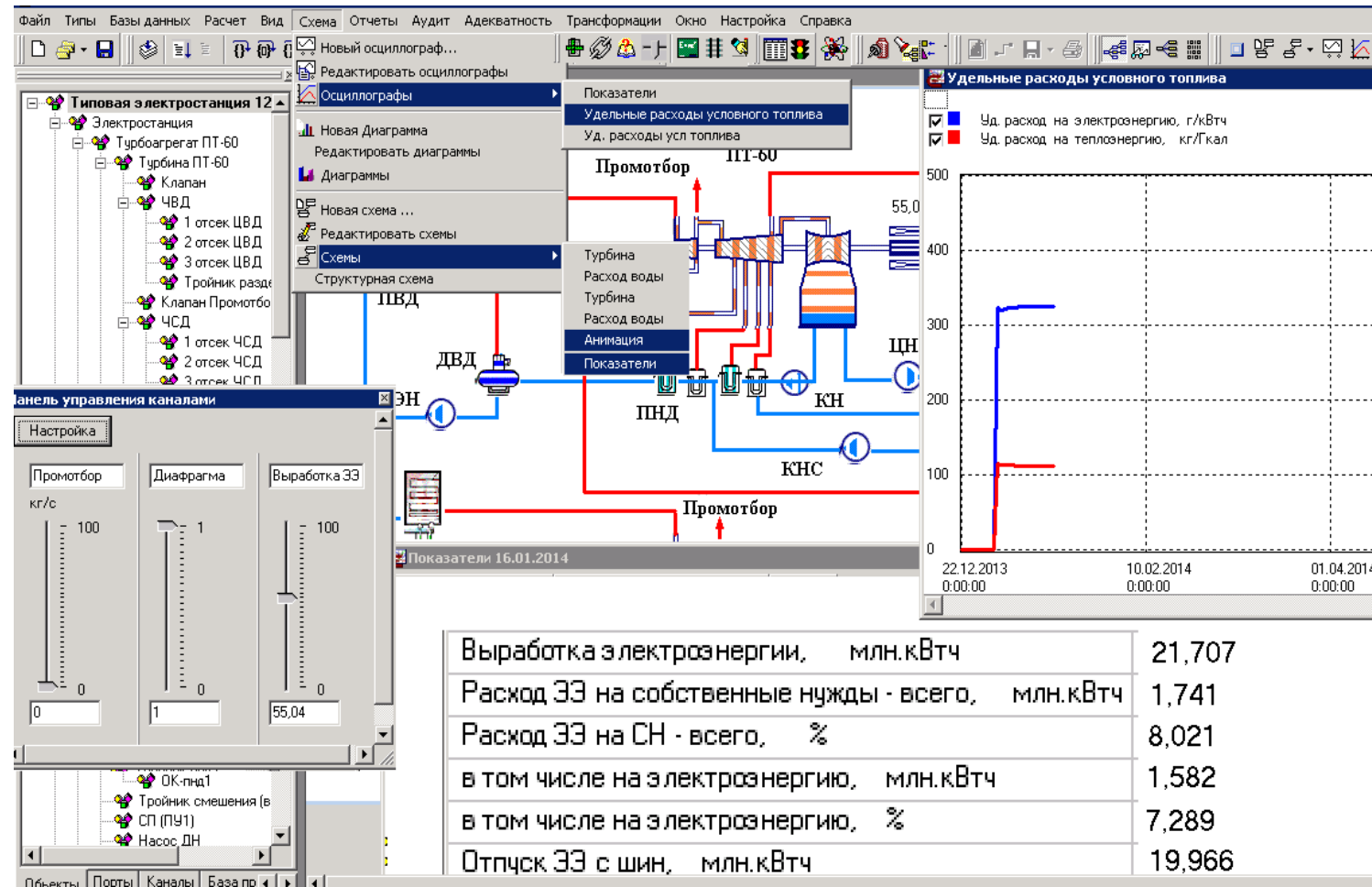


- ✓ Моделирование и решение оптимизационных задач систем электро (тепло) снабжения кустовых нефтедобывающих площадок, НПЗ, систем нефтехранилищ, других производственных площадок и смежных комплексов;
- ✓ Моделировании отдельных технологических подсистем электро (теплоснабжения), например систем поддержания пластового давления и т.п.;
- ✓ Расчет и разработка эффективных вариантов модернизации и строительства источников генерации электрической (тепловой) энергии на классических видах топлива и попутном газе;
- ✓ Расчет и определение пределов оптимизации нормативов удельных расходов, потерь и т.п.
- ✓ Техничко-экономические расчеты, оперативное моделирование, сравнением вариантов реализации проектов реконструкции и нового строительства;
- ✓ Расчет, выявление проблемных зон, причин перерывов и неэффективного использования ресурсов;
- ✓ Определение вариантов повышения энергоэффективности эксплуатируемых схем энергоснабжения.





- имитационное динамическое моделирование режимов работы энергосистемы, а также и распределения нагрузок между оборудованием;
- моделирование переходных режимов (например пуски мощного привода), работы систем РЗА и т.п.
- расчет и анализ удельных показателей, потерь в сетях электро и теплоснабжения;
- учет влияния внешних условий, в том числе отдельных вложенных моделей (например ТЭЦ, ГРЭС, ПС);
- расчет технико-экономических показателей и параметров инвестиционных проектов, их синхронизация в рамках программы развития с учетом мероприятий по планируемой или выполненной модернизации, реконструкции, ремонтов и других факторов
- решение оптимизационных технических и финансовых задач;
- выявление и оценка факторов, влияющих на надёжности работы оборудования систем электро и теплоснабжения;
- моделирование влияния технологических факторов;
- моделирование и отработка схем работы диспетчерского управления.



Пример рабочего окна модели Сакмарской ТЭЦ

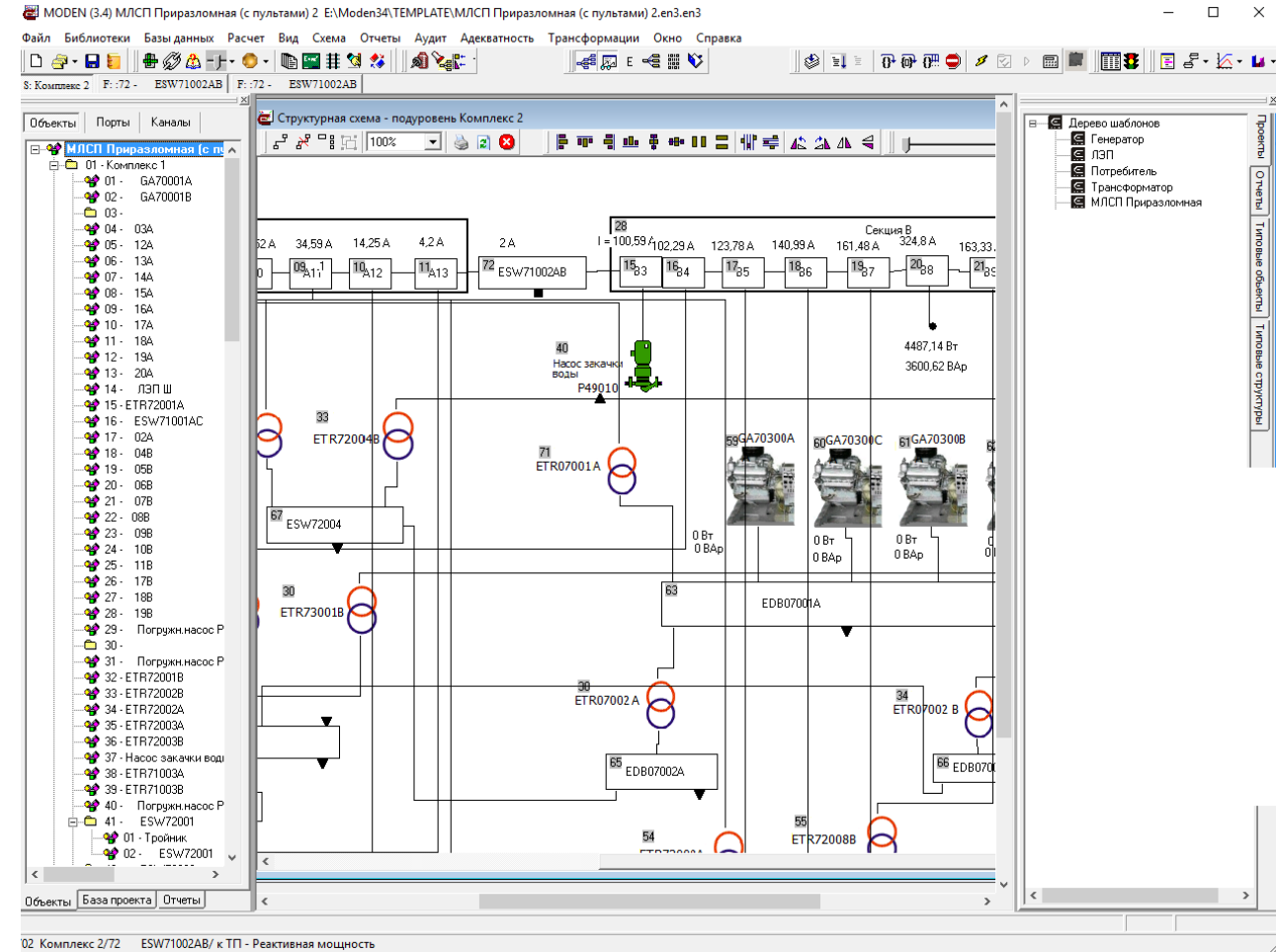


При моделировании систем энергоснабжения используется концепция объектно-ориентированного проектирования, в соответствии с которой исходная система представляется в виде совокупности моделирующих элементов (далее «шаблонов»), связанных между собой информационными связями, соответствующими реальным связям между реальными элементами

Основой моделирования является математическое описание физических процессов, протекающих в оборудовании

Применительно к электрическим сетям могут решаться следующие задачи:

- определение режимных параметров - токов, напряжений и потоков активной и реактивной мощностей;
- осуществление комплексного анализа режимов работы оборудования в сетях в стационарном и переходном режимах работы, анализ возможных ситуаций, связанных с:
 - изменением режима работы и схемы сети;
 - возможными последствиями, связанными с перегрузкой какого-либо оборудования участка сети, и моделированием принятия контрмер (увеличение пропускной способности участков либо увеличение их числа);
- расчёт фактических и/или нормативных потерь энергии и мощности, затраты на содержание, ремонт и обслуживание сетей, включающие в себя:
 - нормируемую периодичность текущих и капитальных ремонтов каждого элемента сети;
 - затраты на материалы, необходимые для ремонтов;
 - затраты на зарплату.
- оценка надёжности оборудования
- составление балансов и формирование исходных данных для расчета тарифов.



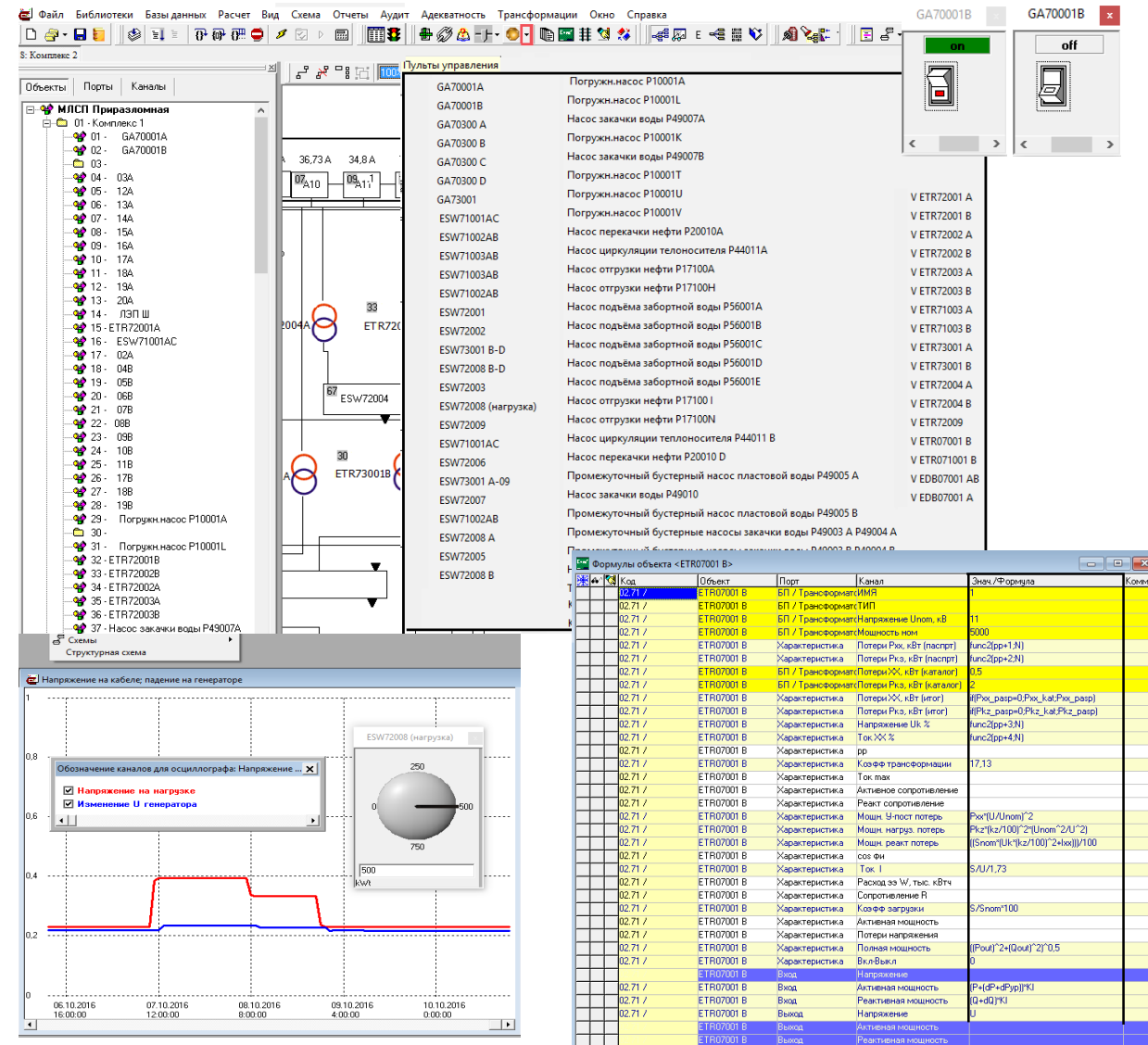
**Пример рабочего окна модели системы электроснабжения
МЛСП «Приразломная» ООО «Газпром нефть шельф»**



С помощью имитационной модели (далее «Модели») могут решаться следующие задачи:

- ✓ Определение режимных параметров энергосистемы – токов, напряжений и потоков активной и реактивной мощностей. Расчёт может осуществляться не только для выбранного момента времени, но и для периода (например, 1 года) с различным шагом моделирования – от 1 секунды до 1 часа или 1 дня, если имеется возможность использования соответствующих исходных данных.
- ✓ Управление (диспетчеризация) работой модели с помощью панели управления на компьютерной мнемосхеме сети, позволяющей осуществлять включение и выключение различных устройств.
- ✓ Анализ возможных ситуаций, связанных с:
 - изменением режима работы и схемы сети;
 - возможными последствиями, связанными с перегрузкой какого-либо оборудования участка сети, и моделированием принятия контрмер (увеличение пропускной способности участков либо увеличение их числа);
 - оценка надёжности электрического (и иного) оборудования и электрических (и иных, например, тепловых) сетей;
 - предпроектная проработка схемных решений и поиск оптимального варианта компоновки оборудования или его загрузки.

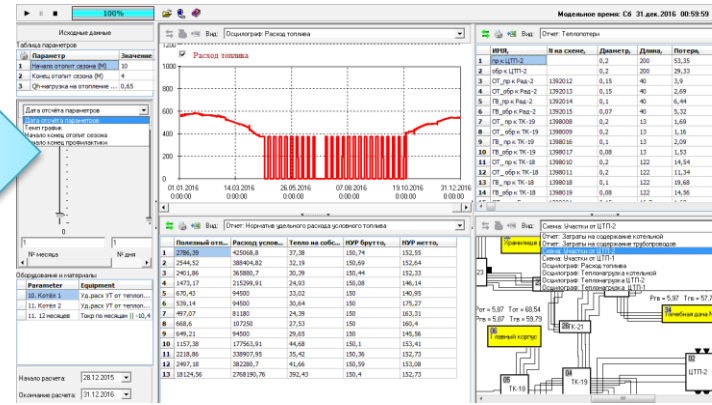
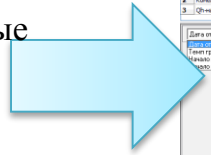
Технические результаты могут представляться в различном виде, в т.ч. и в виде осциллограмм, отчетных форм, гистограмм и т.п.



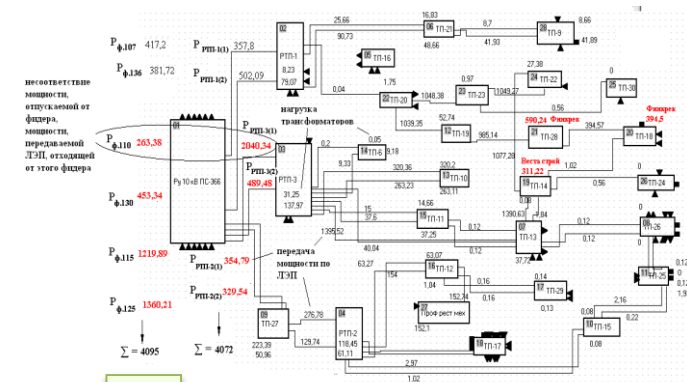


Технико-финансовая модель является структурой, созданной из шаблонов, моделирующих различные элементы сетей и соединённых между собой в том же порядке, что и реальные элементы сети.

Модель учитывает энергетические взаимосвязи между реальными элементами сети и необходимые для определения нагрузок объектов реальной сети.



Структурная схема модели сетей РЭЭК



Структурная схема модели сетей РЭЭК

Пакет моделирования позволяет обеспечить проведение точных расчетов технологических и экономических показателей по обслуживанию, а также эксплуатации сетей (капитальные и текущие ремонты, трудовые и материальные ресурсы и др.) как в рамках текущей деятельности, так и вариантов реализации нового строительства энергообъектов и инфраструктуры

Переход от физической модели к расчету финансовых показателей одного из вариантов развития сети

Внутренним содержанием шаблонов являются формулы.

К шаблонам привязаны также модули для расчёта таких экономических показателей, как затраты на содержание, эксплуатацию и ремонт сетей.

Исходные данные загружаются в Базу Данных программы в виде таблиц, и во время работы модели осуществляется обращение к этим таблицам с дальнейшей обработкой извлекаемых из них данных по разработанному алгоритму.

Результатами работы являются расчёты потерь электрической энергии, а также эксплуатационные расходы на содержание и обслуживание электрической сети, включающие:

- ✓ нормируемая периодичность текущих и капитальных ремонтов каждого элемента сети;
- ✓ затраты на материалы, необходимые для ремонтов;
- ✓ затраты на зарплату по обслуживанию, содержанию и ремонту сетей.

Параметр	Значение	ИМЯ	И на схеме	Диаметр	Длина	Потери
1. Расход топлива, куб.м	3032,84	1 пр к ЦТП-2	0,2	200		51,01
2. Зарплата, тыс.руб	3472,39	2 обр к ЦТП-2	0,2	200		41,01
3. Эксплуатационные, тыс.руб	729,2	3 ОТ_пр к Раа-2	1392012	0,15	40	3,69
4. Материалы, тыс.руб	354,74	4 ОТ_пр к Раа-2	1392013	0,15	40	2,47
5. Накладные, тыс.руб	4823,16	5 Пв_пр к Раа-2	1392014	0,1	40	6,55
6. Прибыль, тыс.руб	659,75	6 Пв_обр к Раа-2	1392015	0,07	40	5,39
7. Зарплата (авар), тыс.руб	1208,39	7 ОТ_пр к ТК-19	1398008	0,2	13	1,64
8. Эксплуатационные (авар), тыс.руб	253,75	8 ОТ_обр к ТК-19	1398009	0,2	13	1,1
9. Материалы (авар), тыс.руб	2382,22	9 Пв_пр к ТК-19	1398016	0,1	13	2,14
10. Накладные (авар), тыс.руб	1678,46	10 Пв_обр к ТК-19	1398017	0,08	13	1,56
11. Прибыль (авар), тыс.руб	229,59	11 ОТ_пр к ТК-18	1398010	0,2	122	14,09
12. Затраты на топливо, тыс.руб	14466,66	12 ОТ_обр к ТК-18	1398011	0,2	122	10,71
13. Затраты на воду, тыс.руб	1599,48	13 Пв_пр к ТК-18	1398018	0,1	122	20,11
14. Затраты на ЭЭ, тыс.руб	303,16	14 Пв_обр к ТК-18	1398019	0,08	122	14,77
15. Зарплата рабочих теплос...	1851,94	15 ОТ_пр к Гл,корп	1388001	0,15	16,7	1,54

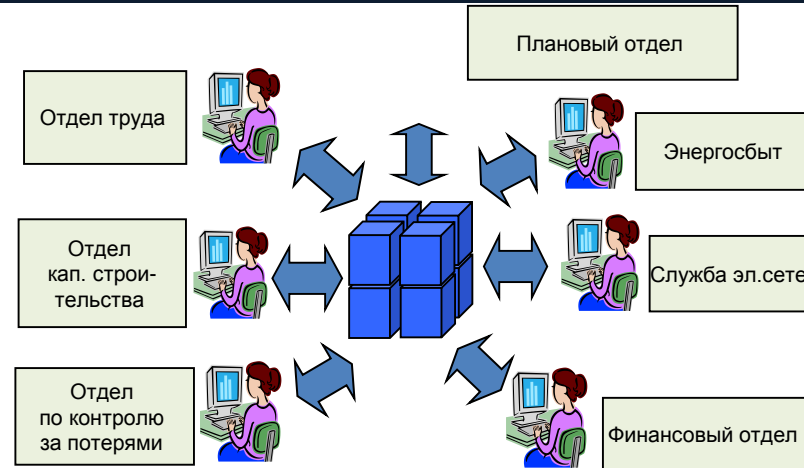


С помощью имитационной модели, специальных алгоритмов и баз данных решаются следующие задачи:

- Расчет балансов электрической и тепловой энергии и мощности ЭСО (ПЭ);
- Расчет балансов топлива ЭСО (ПЭ);
- Формирование сметы расходов и калькуляция затрат по видам регулируемой деятельности;
- Расчет расходов на оплату труда, амортизационных отчислений, водного налога и т.п.;
- Расчет расходов из прибыли;
- Расчет тарифов продажи, покупки, платы за услуги по содержанию электросетей и передачи электрической и тепловой энергии и мощности;
- Расчет тарифов дифференцируемых по группам потребителей, по уровню напряжения (параметрам теплоносителя), по времени суток;
- Формирование различных отчетных форм (в т.ч. приложения методических указаний).

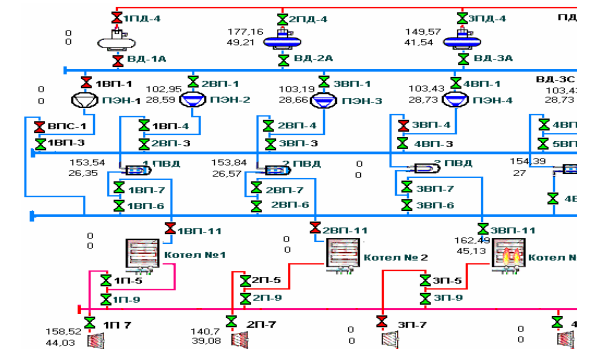
Результаты расчетов моделей системы экспортируются в защищенные шаблоны ЕИАС для дальнейшей отправки в регулирующие органы.

В расчетно-аналитических моделях системы реализованы как общепринятые методы расчета и анализа (в т.ч. метод экономически обоснованных расходов (затрат), метод экономически обоснованной доходности инвестиционного капитала (RAB), метод индексации тарифов, котловой метод), так и авторские методики.



Прогнозирование на основе режимов работы энергообъекта

- ☑ Выработка ЭЭ и ТЭ
- ☑ Отпуск ЭЭ и ТЭ
- ☑ Расход топлива на пр-во ЭЭ/ТЭ
- ☑ Удельный расход топлива
- ☑ Расход энергии на собственные нужды



Имя	Вид	Мощность	Энергия	Топливо
1ВГ-1	Генератор	102.95	103.19	103.43
2ВГ-1	Генератор	28.59	28.66	28.73
3ВГ-1	Генератор	0	0	0
4ВГ-1	Генератор	0	0	0

Имя	Вид	Мощность	Энергия	Топливо
1ВГ-1	Генератор	102.95	103.19	103.43
2ВГ-1	Генератор	28.59	28.66	28.73
3ВГ-1	Генератор	0	0	0
4ВГ-1	Генератор	0	0	0

