

**Потери электрической энергии в электрических сетях  
филиала ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго».**  
**Существующие проблемы. Опыт снижения потерь электроэнергии.**

**1. Потери электроэнергии. Почему необходимо снижать фактические потери электроэнергии.**

Электрическая сеть, созданная для передачи и распределения электрической энергии, как и любой электротехнический объект, требует для своего функционирования затрат энергии, а именно технологического расхода электроэнергии на ее транспорт. В отличие от других ресурсов для передачи электроэнергии не требуется расход других ресурсов, на передачу электроэнергии расходуется электроэнергия.

Важнейшей характеристикой качества построения, эксплуатации электрической сети и проводимой работы, по повышению энергоэффективности является уровень потерь электрической энергии в сетях. Обычно для анализа используется показатель относительные потери (потери электроэнергии в процентах к отпуску в сеть):

$$\Delta W_{\%} = \frac{\Delta W}{W_{oc}}$$

где:

$\Delta W$  - отчетные абсолютные (фактические) потери электроэнергии;

$W_{oc}$  - отпущенная в электрическую сеть электроэнергия.

Отчетные абсолютные (фактические) потери электроэнергии  $\Delta W$  определяются как разность электроэнергии отпущенной в сеть и полезно отпущенной электроэнергией потребителям [1]:

$$\Delta W = W_{oc} - W_{по}$$

По мнению международных экспертов, относительные потери электроэнергии при ее передаче и распределении можно считать удовлетворительными, если они не превышают 4 - 5% [1]. Отдельные распределительные сетевые компании уже добились таких результатов, а именно филиал «Ивэнерго» ОАО «МРСК Центра и Приволжья». Но случай «Ивэнерго» это скорее исключение из правил. Диаграммы, приведенные на рисунках 1 и 2, наглядно иллюстрируют почему.

Как видно из диаграмм, полезный отпуск на уровне НН и СН-2, являющийся уровнем с наибольшими потерями, у филиала ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» гораздо больше, чем у филиала «Ивэнерго» ОАО «МРСК Центра и Приволжья».

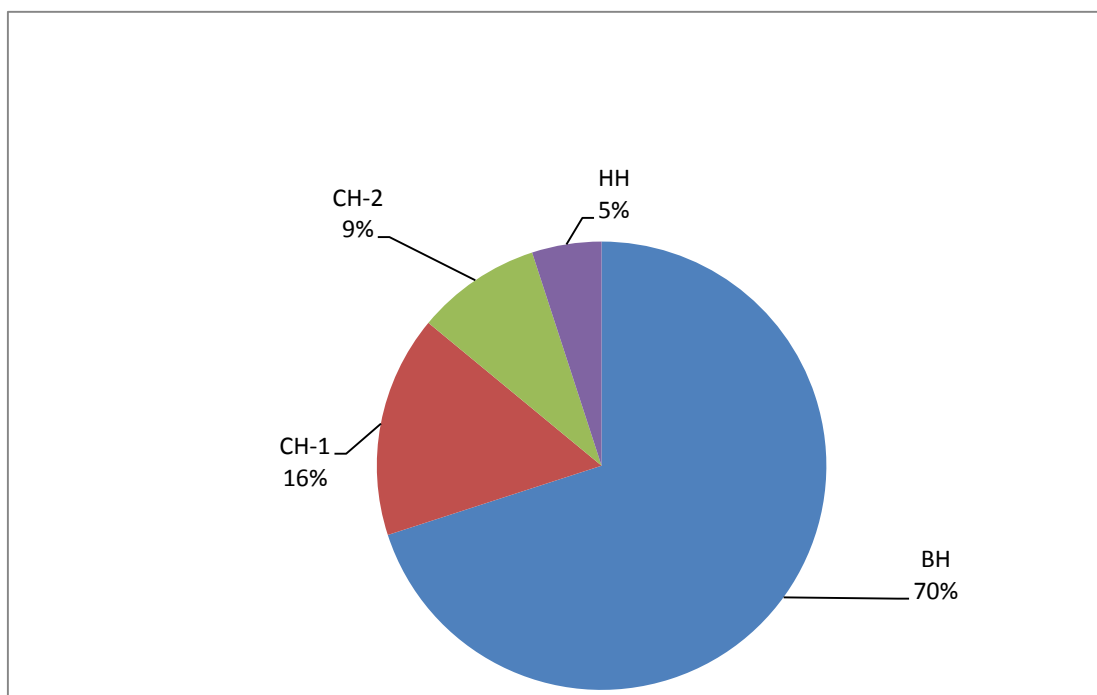


Рисунок 1. - Структура полезного отпуска по уровням напряжений филиала «Ивэнерго» ОАО «МРСК Центра и Приволжья».

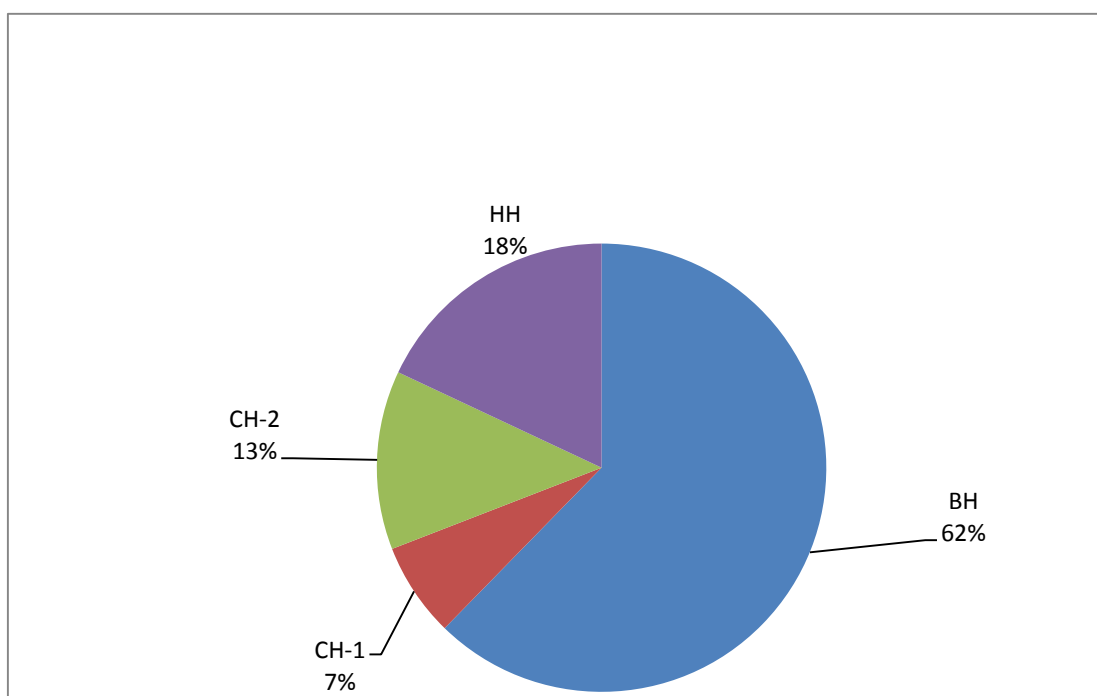


Рисунок 2. - Структура полезного отпуска филиала ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» по границам сети.

Кроме того, при сопоставимых величинах суммарного полезного отпуска (у филиала «Ивэнерго» ОАО «МРСК Центра и Приволжья» он составляет 3,8 млрд. кВтч) количество точек учета существенно отличается. Сравнительные характеристики показаны в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики

|   | Ед. изм.    | Потребители-граждане | Юридические лица | Всего          |
|---|-------------|----------------------|------------------|----------------|
| Точки учета «Ивэнерго»                            | т.у.        | 98 000               | 10 000           | 108 000        |
| Точки учета «Пензаэнерго»                         | т.у.        | 344 243              | 18 035           | 362 278        |
| <i>Разница т.у. «Пензаэнерго»-т.у. «Ивэнерго»</i> | <i>т.у.</i> | <i>246 243</i>       | <i>8 035</i>     | <i>254 278</i> |
| <i>Разница т.у. «Пензаэнерго»-т.у. «Ивэнерго»</i> | <i>%</i>    | <i>251%</i>          | <i>80%</i>       | <i>235%</i>    |

Итак, в отличие от филиала «Ивэнерго» ОАО «МРСК Центра и Приволжья», в остальных распределительных сетевых компаниях показатель потери к отпуску в сеть находится в диапазоне от 8 до 15%. В частности в филиале ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» относительные потери электроэнергии приближаются к 10%.

Так давайте попробуем разобраться, зачем необходимо снижать потери электроэнергии. Как уже было сказано выше, удовлетворительный уровень потерь электроэнергии находится на уровне 4-5% к отпуску в сеть. В филиале ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» потери электроэнергии составили 436 млн. кВтч или 10,3% при отпуске электроэнергии в 4 225 млн. кВтч. Если бы потери в сетях филиала ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» в 2007 году были на уровне 4% к отпуску в сеть, они бы составили 169 млн. кВтч. Таким образом, если верить международным экспертам, существует резерв по снижению потерь электроэнергии в 267 млн. кВтч. В денежном выражении это более 240 миллионов рублей в год. Сэкономленные на компенсацию потерь денежные средства филиал ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» мог бы потратить на реконструкцию сетей с целью повышения качества и надежности энергоснабжения. Если бы снизились затраты на компенсацию потерь электроэнергии, которые закладывает регулятор в стоимость электроэнергии для конечного потребителя, уменьшилась бы нагрузка на экономику области и как следствие снизилась бы себестоимость товаров и услуг.

## **2. Структура фактических потерь. Технологические потери электроэнергии: как рассчитывают и зачем нужно их рассчитывать**

Попытаемся разобраться со структурой фактических потерь электроэнергии. Наибольшее распространение получила **укрупненная структура потерь электроэнергии** [2]. Данная структура делит фактические потери на составляющие, исходя из природы и специфики методов определения их количественных значений. В соответствии с этим критерием, фактические потери электроэнергии могут быть разделены на следующие составляющие:

1) Технические потери электроэнергии, обусловленные физическими процессами, происходящими при передаче электроэнергии по электрическим сетям и выражающимися в преобразовании электрической энергии в тепло. Особенностью данного вида потерь является то, что их невозможно инструментально измерить, их можно только вычислить на основе физических законов и законов электротехники;

2) Расход электроэнергии на собственные нужды подстанций, необходимый для обеспечения работы технологического оборудования подстанций и жизнедеятельности обслуживающего персонала. Расход электроэнергии на собственные нужды подстанций регистрируется счетчиками, установленными на трансформаторах собственных нужд;

3) Потери электроэнергии, обусловленные инструментальными погрешностями ее измерения (инструментальные потери). Эти потери получают расчетным путем на основе данных о метрологических характеристиках и режимах работы используемых приборов;

4) Коммерческие потери, обусловленные безучетным потреблением электроэнергии. Их значение определяют как разницу между фактическими (отчетными) потерями и технологическим расходом электрической энергии на ее передачу (суммой первых трех составляющих).

Детально структура фактических отчетных потерь электроэнергии показана на рисунке 3.

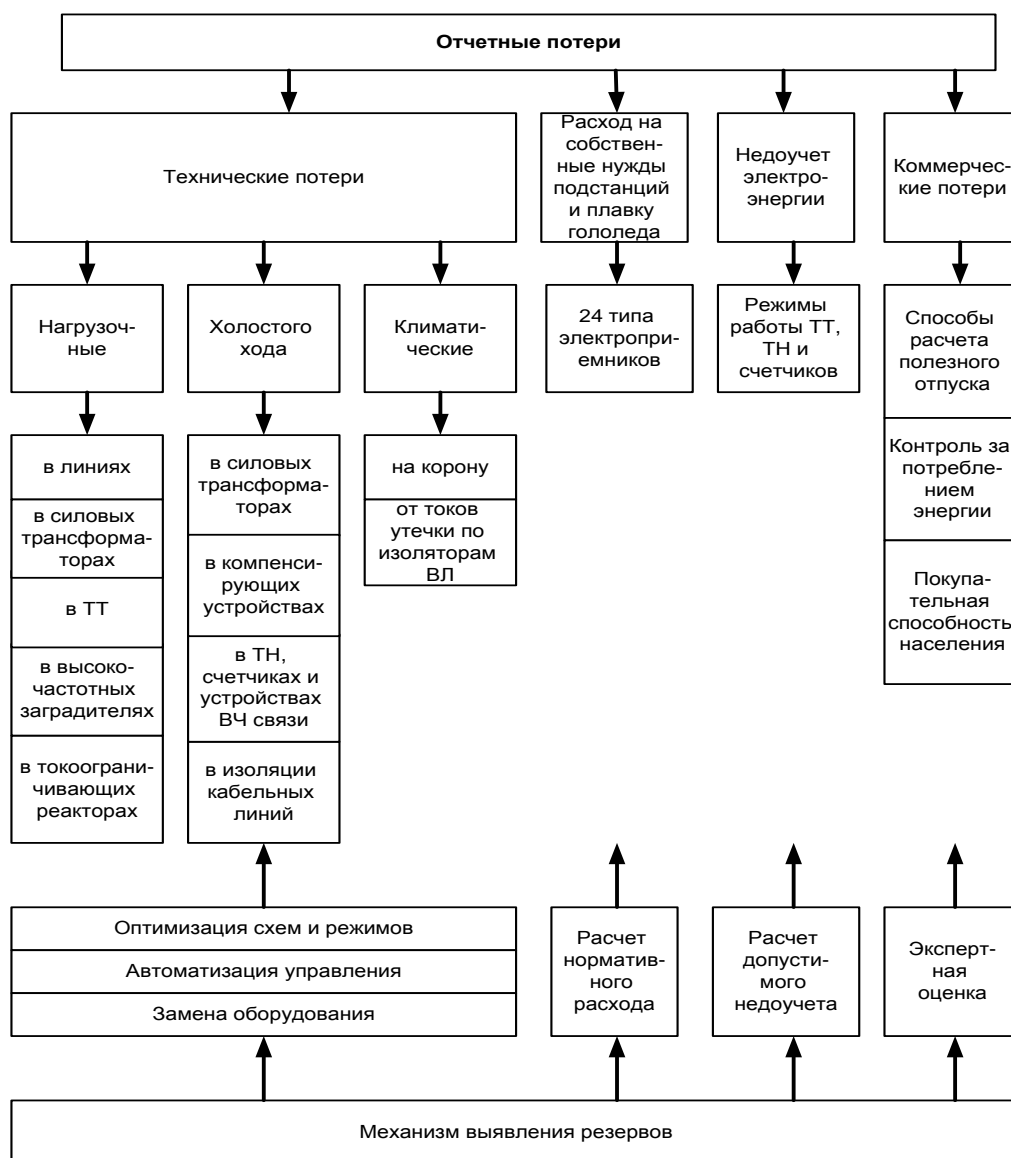


Рисунок 3. Детальная структура отчетных потерь электроэнергии

Расчет технологических потерь электроэнергии производят, как правило, с помощью специализированных программных комплексов. В нашей стране наибольшее распространение получили программные комплексы РТП-3 и РАП Стандарт.

Расчет технологических потерь необходимо производить для двух целей:

1) В целях утверждения обоснования тарифов за услуги по передаче электроэнергии по электрическим сетям. Детально, порядок расчета и обоснования нормативов потерь электроэнергии регламентирован Приказом от 4 октября 2007 года №207 Министерства Промышленности и Энергетики Российской Федерации «Об организации в Министерстве Промышленности и Энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям».

2) С целью проведения мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях. Для этого составляются максимально детализированные балансы электроэнергии, определяются фактические потери электрической энергии на рассматриваемом участке сети и дальше они сравниваются с технологическими потерями. По результатам сравнения принимается решение об организации работы по снижению потерь на рассматриваемом участке сети.

### **3. Опыт снижения потерь электроэнергии в сетях филиала ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго»**

Начиная с 2004г. в филиале ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» активно разрабатываются и проводятся различные мероприятия по снижению потерь электроэнергии. Наибольший эффект, как показывает опыт, дают мероприятия направленные на снижение коммерческих потерь электроэнергии. Среди этих мероприятий можно выделить следующие:

1. Замена вводов в индивидуальные дома выполненных голым проводом на изолированный провод в т.ч. на СИП.

Данное мероприятие осложняет возможность несанкционированного подключения к электрической сети на участке от опоры до ввода в частное домовладение. Кроме того, данное мероприятие значительно снижает потери электроэнергии, обусловленные током утечки по деревьям, растущим на личных земельных участках потребителя, на трассе перекидки от опоры до ввода в домовладение. К примеру, в 2007 году была измерена величина потерь вызванных разросшимся деревом. Так вот при помощи системы учета АСКУЭ РМС (данная система подробно будет описана в следующем пункте) было выявлено, что ежемесячно токи утечки по дереву вызывали потери в размере 400 кВтч.

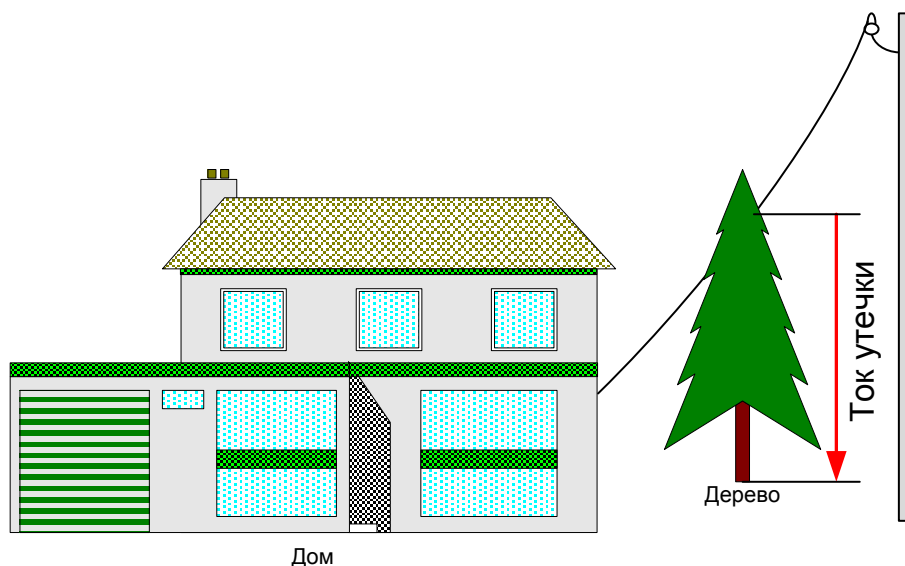


Рисунок 4.

## 2. Использование автоматизированной системы учета электроэнергии АСКУЭ РМС 2050 М

В состав системы входит детектор-счетчик электроэнергии СОЭБ–2П ДР с дополнительным датчиком мощности (ДДМ). В счетчике установлен радиомодуль, который позволяет осуществлять передачу данных о потребляемой электроэнергии на расстояние до 100 метров. Считывание информации осуществляется с применением мобильного пульта переноса информации – ридера (Рисунок 5.).



Рисунок 5. Составляющие системы учета электроэнергии АСКУЭ РМС 2050 М

Отличительной особенностью данной системы является наличие двух каналов измерения. Первый канал, как обычно, находится в самом счетчике, а второй в ДДМ. ДДМ обычно устанавливается в начале подводящей линии (перекидке) к частному домовладению (Рисунок 6).

Благодаря наличию двух каналов измерения полностью исключается возможность безучетного потребления на участке от места, где установлен ДДМ, до прибора учета. А наличие возможности дистанционного считывания информации о потреблении упрощает работу с «проблемными» потребителями. В настоящее время филиалом ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» установлено 13 000 приборов учета системы АСКУЭ РМС 2050. Ориентировочно, ежегодный эффект снижения потерь электроэнергии от установленных приборов учета системы АСКУЭ РМС 2050 М находится на уровне 6 млн. кВтч.

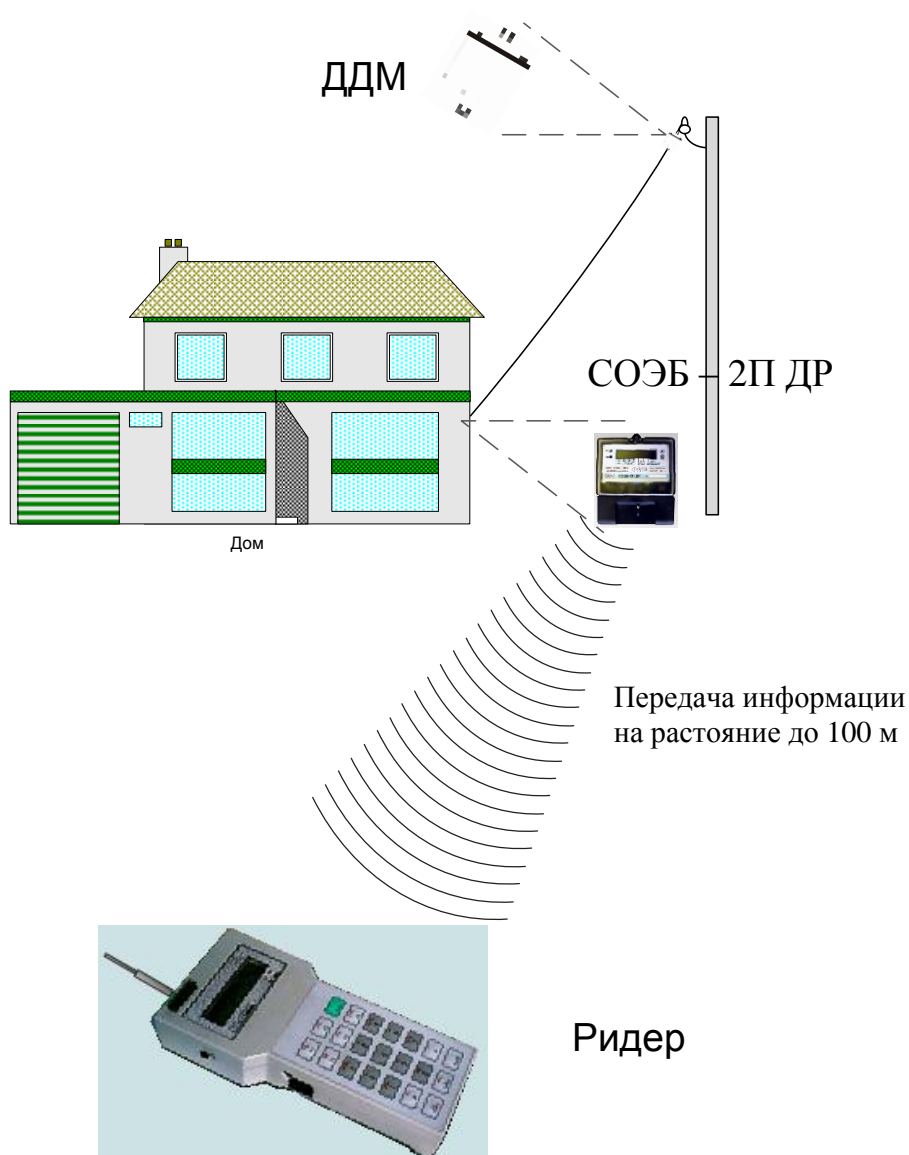


Рисунок 6. АСКУЭ РМС 2050 М

3. Разработка специализированного программного обеспечения позволяющего формировать балансы электроэнергии, хранить и анализировать

информацию по конфигурации измерительных комплексов коммерческого учета электроэнергии.

Для корректного планирования работ по снижению потерь электроэнергии нужна достоверная статистическая информация о полезном отпуске и потерях электроэнергии в разрезе производственных отделений филиала ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго», РЭС и отдельных фидеров 6(10) кВ. Учитывая тот факт, что к фидеру 6(10) кВ, к ТП и сети 0,4 кВ запитанным от него, подключено большое количество потребителей (точек учета электроэнергии), иногда до нескольких тысяч потребителей - граждан и нескольких сотен юридических лиц, оперативно сформировать балансы электрической энергии без использования программ автоматизации невозможно.

Для автоматизированного формирования полезного отпуска электроэнергии и балансов электрической энергии было разработано специализированное программное обеспечение (ПО). ПО использует клиент-серверную технологию. В качестве СУБД используется Oracle 8 или 9. Выбранное решение позволило, во-первых, снизить требования к вычислительным ресурсам ПК, на которых установлены клиентские приложения, во-вторых, позволило легко организовать рабочее место. Для организации рабочего места нужен ПК с установленным MS Office. Программы автоматизации работают без инсталляции, достаточно просто скопировать исполняемый файл на ПК, и рабочее место готово.

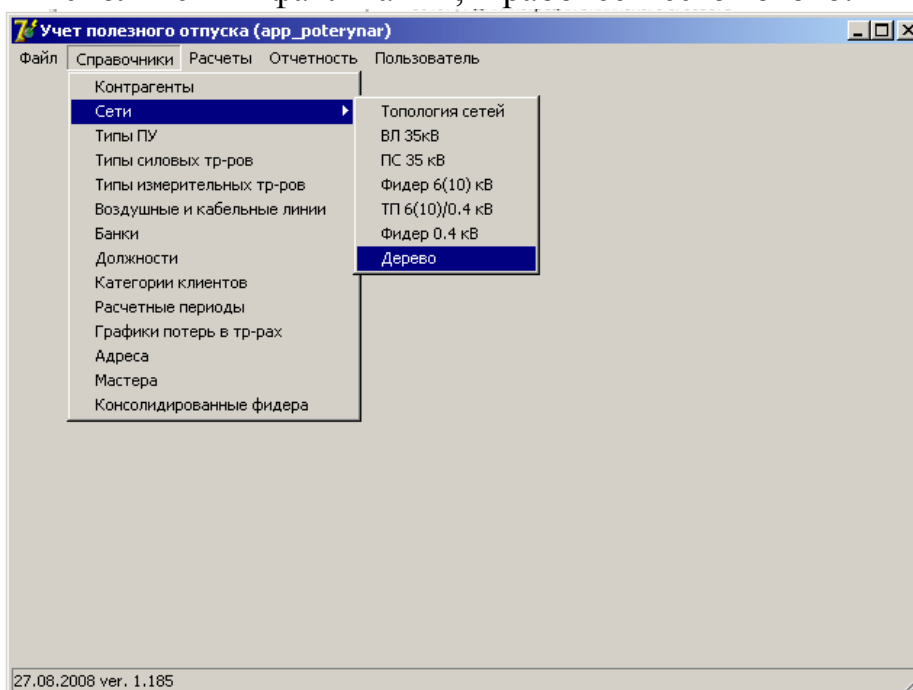


Рисунок 7. Диалоговое окно клиентского приложения программы формирования полезного отпуска и балансов электрической энергии



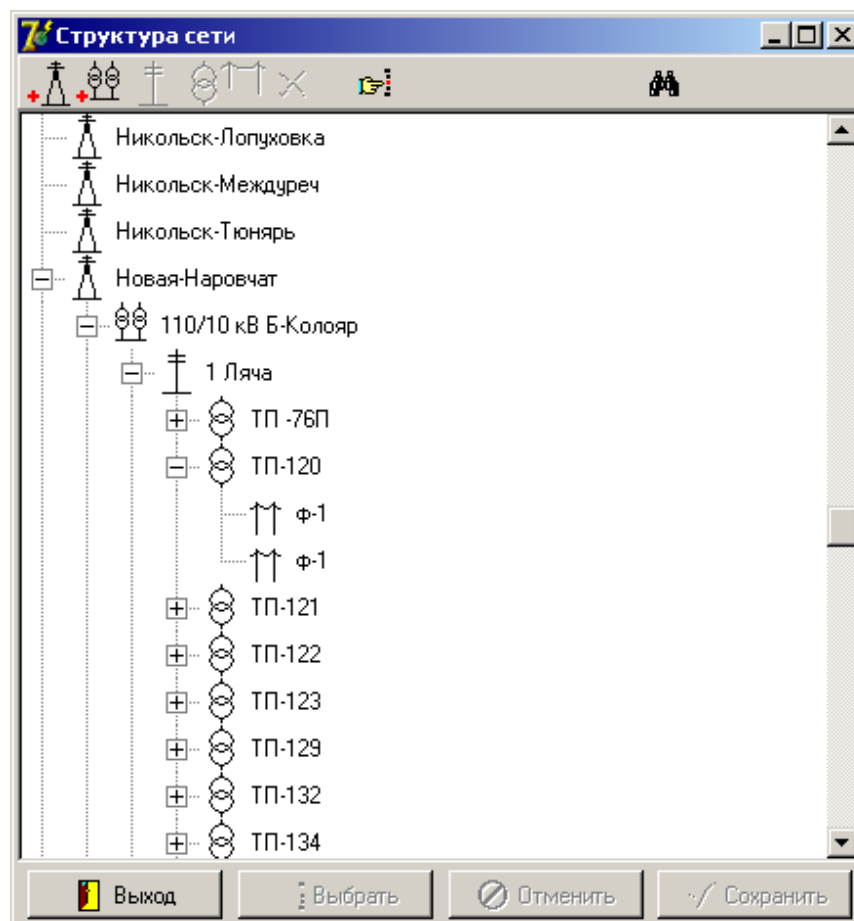


Рисунок 8. Формы по редактированию топологии сети в БД программы формирования полезного отпуска и балансов электрической энергии

Применение программ автоматизации позволило филиалу ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго» значительно облегчить анализ данных, подготовку необходимых отчетных форм.

#### 4. Актуальные проблемы электроэнергетики, мешающие снижать потери электроэнергии

Итак, в данной статье кратко был описан опыт снижения потерь электроэнергии в сетях филиала ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго». Несмотря на предпринимаемые усилия, снижение потерь электроэнергии сильно затруднено и вызвано это серьезными проблемами, которые зачастую не могут быть решены на уровне филиала ОАО «МРСК Волги» - «Пензаэнерго».

Вот краткий список основных проблем:

1. После распаковки ОА Энерго, произошедшей в 2005 году, так называемые магистральные сети (сети 220 кВ) вышли из состава ОАО «Пензаэнерго». Перед новыми руководителями был поставлен ряд задач, среди которых ключевой являлась задача по снижению потерь электроэнергии. На практике это привело к тому, что по ряду причин межрегиональный транзитный переток электроэнергии по сетям 110 кВ увеличился, и соответственно увеличились потери электроэнергии, вызванные данным перетоком электрической энергии. Кроме того, интересна политика, проводимая магистральными электрическими сетями

в области организации учета электрической энергии, но это уже тема для отдельного разговора.

2. Ни для кого не является секретом, что с распадом СССР в экономике произошли серьезнейшие изменения. Я хочу обратить внимание на один из процессов, запущенный распадом, а именно постепенное исчезновение крупных сельских хозяйств. Данный процесс продолжается до сих пор и одновременно с ним развивается другой – увеличение количества и размеров личных хозяйств. Эти два процесса привели к тому, что нагрузка, ранее подключенная к сети 6(10) кВ, плавно переходит в сеть 0,4 кВ. Т.е. передача электрической энергии происходит все больше на уровне напряжения НН или 0,4 кВ. Конечно же такая передача электрической энергии вызывает большие потери электрической энергии, чем если бы передача осуществлялась на уровне напряжения СН-2 (6(10) кВ).

3. Ну и конечно же проблема реактивной мощности. В данный момент времени Потребитель электрической энергии не мотивирован уменьшать потребляемую реактивную мощность. Поэтому он и не снижает потребление реактивной мощности. В результате рост нагрузочных потерь электроэнергии в воздушных линиях электропередач и силовых трансформаторах

Иржигитов Станислав