

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут"  
Факультет електроенерготехніки та автоматики  
ГНДЛ "Автоматизація управління електричними  
мережами вищих класів напруги"

## **ТЕХНІЧНИЙ ЗВІТ**

за договором № 358 від 01.05.2005

**Розробка та впровадження у ВАТ "ЕК "Хмельницькобленерго"  
комп'ютерного комплексу пофідерного розрахунку та аналізу технологічних  
втрат електроенергії в розподільчих мережах 10-6/0.4 кВ та оптимізації  
усталених режимів в розподільчих мережах 10-6 кВ**

Декан ФЕА НТУУ "КПІ",  
д.т.н., професор

**О.С. ЯНДУЛЬСЬКИЙ**

Науковий керівник теми,  
к.т.н., доцент

**Д.Б. БАНІН**

**Київ – 2012**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. Реализация задачи оптимизации мест разрывов в комплексе РАОТП.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Подготовка исходных данных сетей 10(6) кВ.....</b>	<b>7</b>
2.1. Таблица линий 10(6) кВ.....	8
2.2. Таблица трансформаторов ТП,РП.....	10
2.3. Таблица вводов подстанций.....	12
2.4. Таблица фидеров подстанций.....	12
2.5. Примеры заполнения таблиц.....	13
2.6. Задание графиков нагрузок.....	15
2.7. Формирование расчетной схемы.....	16
<b>3. Контроль конфигурации сети.....</b>	<b>17</b>
<b>4. Автоматическая графика расчетных схем 10(6) кВ.....</b>	<b>18</b>
<b>5. Расчет и анализ режима.....</b>	<b>22</b>
<b>6. Балансировка нагрузок по заданным перетокам на фидерах.....</b>	<b>26</b>
<b>7. Оптимизация разрывов.....</b>	<b>27</b>
<b>8. Оптимизация разрывов сети 10(6)/0.4 кВ РЭС ПАО "Хмельницкоблэнерго"</b>	<b>32</b>
.....	32
8.1. Каменец-Подольский город.....	32
8.2. Каменец-Подольский район.....	40
8.3. Хмельницкий-город.....	41
8.4. Хмельницкий-район.....	43
8.5. Выводы по оптимизации мест разрывов сети 10(6)/0.4 кВ.....	44

# 1. Реализация задачи оптимизации мест разрывов в комплексе РАОТП

Оптимизация мест разрывов электрической сети является эксплуатационной задачей снижения потерь активной мощности (электроэнергии) за счет управления конфигурацией схем электроснабжения объектов электрической сети путем выбора состояния коммутационных аппаратов на линиях и секциях подстанций по критерию минимума потерь активной мощности (электроэнергии) в максимальных режимах, как определяющих объем потерь в сетях электроснабжения.

Задача реализована в программном комплексе **расчета, анализа и оптимизации технологических потерь** (комплекс РАОТП).

Оптимизация потерь состоит в перемещении разрыва по разомкнутому кольцу и сравнении нового значения потерь с предыдущим с целью поиска минимального значения потерь. Под потерями понимаются суммарные потери активной мощности в оптимизируемой схеме сети (а не потери в конкретном разомкнутом кольце). Разомкнутое кольцо может представлять связь между двумя источниками питания или кольцо внутри схемы сети (рис.1.1).

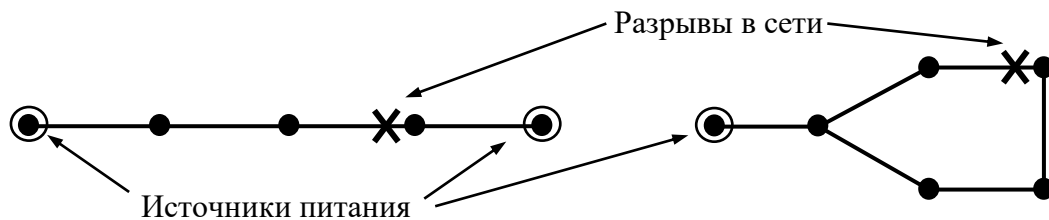


Рис.1.1.

В общем случае разрыв можно двигать в двух направлениях – условно "влево" и "вправо". Программа оптимизации сдвигает разрыв от исходного положения сначала в одном направлении (например "вправо"), если сдвиг успешный (потери уменьшились), то дальше разрыв двигается в этом направлении до неуспешного сдвига (потери увеличились), а затем делает один шаг назад. В случае неуспешного первого сдвига "вправо" программа возвращает разрыв в исходное положение, а затем сдвигает "влево" по тому же принципу. В результате разрыв должен оказаться в положении характеризующимся минимумом потерь. Пример движения разрыва показан на рис.1.2.

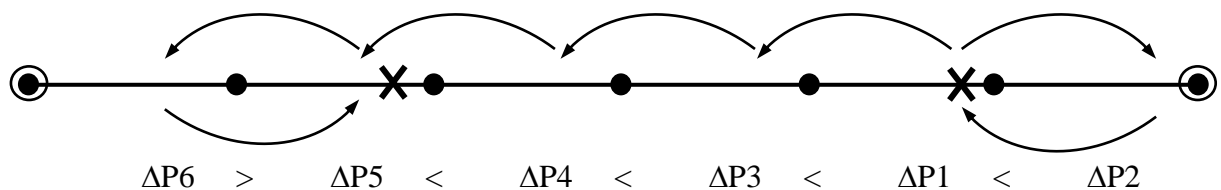


Рис.1.2.

На рис.1.2. исходное положение разрыва соответствует потерям  $\Delta P_1$ , сдвиг "вправо" неуспешный (потери увеличились,  $\Delta P_2 > \Delta P_1$ ), разрыв возвращается в исходное положение и двигается "влево" по пути уменьшения потерь до первого неуспешного сдвига ( $\Delta P_6 > \Delta P_5$ ), и, после этого, возвращается в оптимальное положение (потери =  $\Delta P_5$ ).

При движении разрывов по разомкнутым кольцам имеются два конфигурационных ограничения:

1. Сдвиг разрыва не должен создавать новых областей узлов без питания.
2. Пути движения разрыва должны быть однозначными, или сдвиг разрыва не должен разрывать существующие замкнутые кольца схемы.

Примеры этих двух ограничений показаны на рис.1.3.

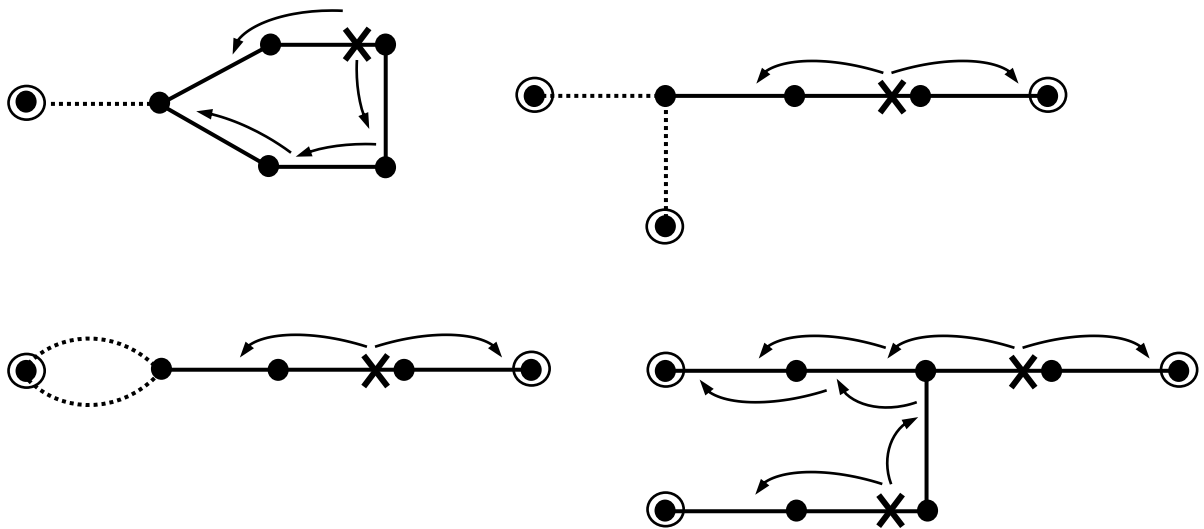


Рис.1.3. Возможные направления движения разрывов.

Некоторые группы разрывов являются взаимозависимыми, как показано на рис.1.4.

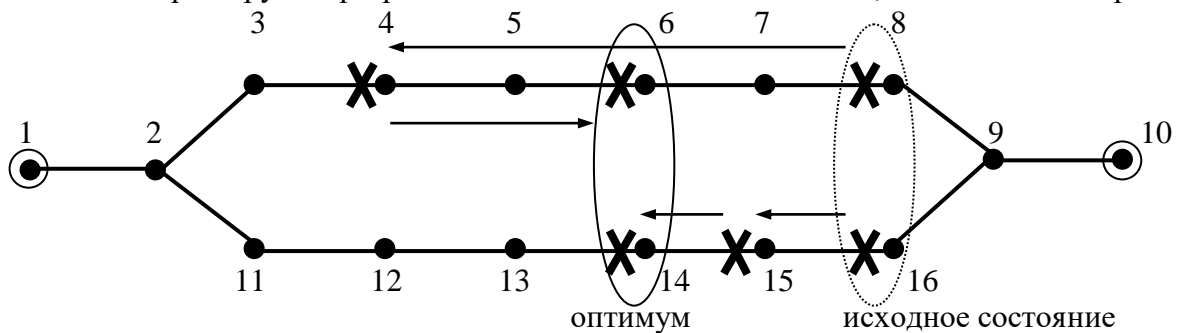


Рис.1.4. Поиск оптимального положения разрывов в два прохода.

На рис.1.4 два источника питания (узлы 1, 10) соединены двумя разомкнутыми трассами с разрывами на линиях 8 – 7 и 16 – 15 (первым записывается узел, со стороны которого установлен разрыв). После первого прохода программа оптимизации установит разрыв 8 – 7 в положение 4 – 3, а разрыв 16 – 15 в положение 15 – 14. Однако это еще не оптимальное положение разрывов, и требуется сделать второй проход, который устанавливает разрыв 4 – 3 в положение 6 – 5, а разрыв 15 – 14 в положение 14 – 13, что является оптимальным для данной схемы.

В общем случае программа оптимизации выполняет такое количество проходов (но не больше заданного максимума), чтобы каждый разрыв достигал своего оптимума и больше не двигался с него.

Сдвиг разрыва, при котором потери не изменяются, считается успешным (например, переход через кольцевой разъединитель, через секционный выключатель, т.е. через узел без нагрузки или нулевое сопротивление линии). В ряде случаев, чтобы достигнуть оптимума, нужно пройти такие "нулевые" сдвиги. На рис.1.5 приведена траектория движения разрыва и соответствующие значения потерь.

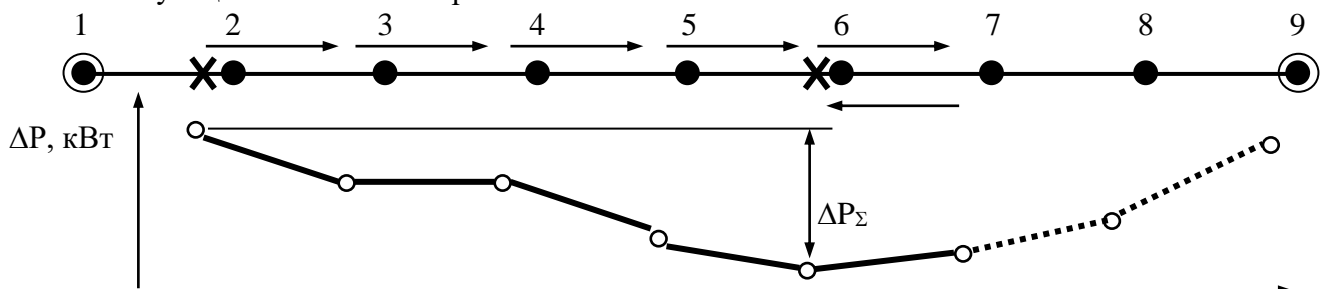
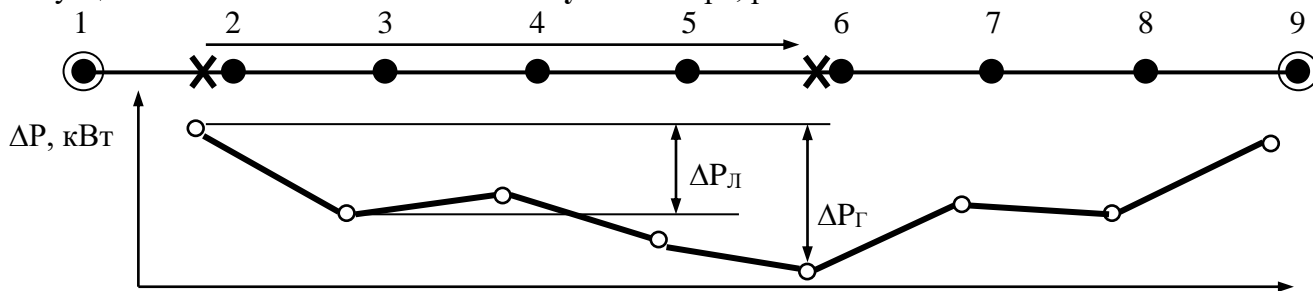


Рис. 1.5. Траектория достижения оптимума потерь

На рис 1.5. Движение разрыва 2 – 1 в сторону оптимума 5 – 6 связано с переходом через "нулевой" сдвиг 3 – 2 → 4 – 3. Если такие "нулевые" места разрывов находятся в области оптимума, то каждый проход оптимизации будет изменять их положение. Эта ситуация обходится за счет задания максимального числа проходов оптимизации, а также за счет задания минимальной величины оптимизации потерь от суммарного сдвига одного разрыва. Для рис.1.5 суммарный сдвиг составляет 2 – 1 → 6 – 5, а величина оптимизации =  $\Delta P_{\Sigma}$ .

Ситуация на рис 1.5 характерна для схем 10(6) кВ, когда источниками питания выступают секции 10(6) кВ питающих подстанций. Для таких схем каждый разрыв имеет единственный оптимум потерь, который достигается последовательным передвижением разрыва в сторону уменьшения потерь от его исходного положения.

Передвижение разрывов сетей 35 кВ в схемах 110/35 кВ может вызвать перераспределение перетоков, и соответственно потерь, в сети 110 кВ. При этом возможны ситуации появления **локальных минимумов** потерь, рис.1.6.



**Рис. 1.6.** Поиск глобального минимума потерь

В ситуации рис.1.6 перемещение разрыва из исходного состояния 2 – 1 в 3 – 2 дает уменьшение потерь, а сдвиг на 4 – 3 дает увеличение потерь и приводит к возврату разрыва в положение 3 – 2. При этом достигнут **локальный минимум** (снижение потерь на  $\Delta P_{\text{л}}$ ). Для того, чтобы определить **глобальный минимум** потерь (снижение потерь на  $\Delta P_{\text{г}}$ ) необходимо поочередно устанавливать разрыв во все возможные состояния независимо от его начального состояния. Алгоритм поиска глобального минимума потерь требует большего объема времени, но при оптимизации разрывов в сетях 35 кВ дает больший эффект.

Оптимизация может выполняться с учетом ряда ограничений:

- задание **фиксированных разрывов**, которые, по условиям надежности электроснабжения, наличие АВР, или по другим условиям работы сети, не должны изменять свое положение;
- разрыв на линии, отключенной с двух сторон, **не принимает участие в оптимизации** (линия считается поврежденной или находящейся в ремонте);
- отметка мест **отсутствия коммутационных аппаратов**, для того, чтобы программа оптимизации ошибочно не установила разрыв на это место.

Признаки разрывов на линиях и секционных выключателях задаются символами «Н» - разрыв с начала линии, «К» - разрыв в конце линии. Разрыв с двух сторон задается символом «О», фиксированный разрыв задается символом «Ф». Отсутствие коммутационного аппарата задается символом «←».

Расчет потерь мощности производится на основе итерационных алгоритмов расчета установившихся режимов электрических сетей с заданной точностью. Исходными данными для расчета установившегося режима являются:

1. **Топология схемы электрической сети** – состав узлов и ветвей схемы. Узлами представлены секции шин подстанций, отпайки воздушных линий, средние точки трехобмоточных трансформаторов, расщепленных трансформаторов или реакторов и др. Узлы обозначаются номерами и текстовыми наименованиями. Ветвями представлены кабельные и воздушные линии, трансформаторы, шиносоединительные связи и т.д.

2. **Состав балансирующих пунктов (БП)**, в которых задаются модули напряжений ( $U_m$ ). Их также называют источниками питания, центрами питания или узлами, опорными по напряжению.

**3. Параметры линий, трансформаторов, реакторов и др. оборудования** для формирования соответствующих схем замещения элементов сети. Основными параметрами являются сопротивления ( $R + jX$ ), проводимости ( $G + jB$ ), коэффициенты трансформации.

**4. Нагрузки в узлах схемы** задаются активной и реактивной мощностями. Все другие типы задания нагрузок (только активная мощность, ток, электроэнергия) в любом случае пересчитываются в форму активной и реактивной мощности ( $P + jQ$ ).

**5. Состояние коммутационных аппаратов**, т.е. состав отключенных линий и трансформаторов.

Результатом расчета установившегося режима схемы электрической сети являются напряжения узлов (кроме БП), токи ветвей, перетоки мощности ветвей, потери в отдельных ветвях, а также суммарные характеристики: потребление, генерация, потери. Естественно, чем точнее заданы исходные данные, тем точнее будет получен результат. В комплексе РАОТП существует контроль отклонений уровней напряжений от номинальных, контроль превышения допустимых токов линий и мощностей трансформаторов. Этот контроль, хотя бы косвенным образом, может указать на ошибку в исходных данных. Например, если в узле ошибочно задана большая нагрузка, то это может привести к перегрузке по току в питающих линиях или перегрузке питающих трансформаторов, а также к заниженным уровням напряжений. Ошибочное задание большой длины линии также приводит к заниженным напряжениям в конце этой линии. При ошибочно заданных параметрах итерационный процесс расчета режима вообще может не сойтись к заданной точности с выводом сообщения "Режим не сходится". В этом случае в окне с общими характеристиками режима в конце строки "Невязка по напряжению ..." указывается узел с наибольшей невязкой, который, скорее всего, является причиной развала режима.

Для сетей 10(6) кВ характерно неполные или недостоверные данные замеров нагрузок в узлах. В этих ситуациях можно применять балансировку этих нагрузок по более достоверным замерам на фидерах питающих подстанций. Балансировка состоит из серии расчетов режимов с постоянными исходными параметрами и переменными нагрузками в узлах, а в качестве дополнительных исходных данных выступают замеры перетоков на питающих фидерах. Однако, при несогласованности времени снятия замеров на питающих фидерах и текущего состава разрывов может получиться искажение режима. Например, по одному фидеру есть замер, а в текущем положении он отключен – ему нечего балансировать, и наоборот в текущем режиме фидер несет нагрузку, а на момент замера был отключен (замер = 0), и балансировка приведет к тому, что все узлы питающиеся от этого фидера также будут иметь нулевую нагрузку.

При оптимизации мест разрывов выполняется серия расчетов режимов с постоянными исходными параметрами и при изменении конфигурации сети (положений разрывов). В этих расчетах контролируются допустимые токи линий. Оптимизация мест разрывов, как правило, приводит к улучшению уровней напряжений оптимизируемой сети.

Следует отметить, что полученные результаты оптимизации необходимо детально анализировать, а именно – значения нагрузок в узлах, длины и сечения линий, замеры на питающих фидерах. Для уточнения результатов нужно уточнять эти данные и повторить оптимизацию для конкретного состава разрывов.

Порядок действий для выполнения оптимизации мест разрывов выглядит так:

**1. Подготовка исходных данных** (топология схемы сети, марки и длины линий, нагрузки в узлах, состав разрывов, фиксированные разрывы и т.д.).

**2. Контроль конфигурации сети** (наличие узлов без питания, замкнутых контуров).

**3. Расчет и анализ режима** (уровни напряжений, загрузка линий, загрузка трансформаторов, суммарные потери).

**4. Балансировка нагрузок** узлов по заданным перетокам на фидерах питающих подстанций (при необходимости).

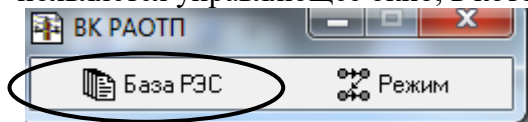
**5. Оптимизация разрывов.**

**6. Анализ результатов** оптимизации. Уточнение исходных данных по выбранному составу оптимизированных разрывов (параметры линий, нагрузки узлов, замеры на фидерах).

**7. Повторная оптимизация** по выбранному составу разрывов.

## 2. Подготовка исходных данных сетей 10(6) кВ

После запуска комплекса РАОТП (файл VK\_RAOTR.EXE) в верхнем левом углу экрана появляется управляющее окно, в котором имеются три раздела (всплывающие кнопки):



для формирования исходных данных сетей 10(6) кВ нужно выбрать раздел "База РЭС" (РЭС – район электрических сетей, традиционное название сетей класса 10(6)/0.4 кВ). Основной объем информации по разделу "База РЭС" комплекса РАОТП приведены в файле VK\_RAOTR.DOC (далее Инструкция по РАОТП).

В общем случае база РЭС состоит из четырех файлов:


- **Линии 10(6) кВ** (файл \*.RSL) – здесь хранится информация о топологии схемы, параметры линий, состав разрывов и др.;
- **Трансформаторы ТП,РП** (файл \*.RTP) – состав и параметры трансформаторов ТП, РП 10(6)/0.4 кВ, замеры нагрузок по ним, привязка к графикам нагрузок и др.;
- **Вводы подстанций** (файл \*.RSV) – состав вводов (секций шин) питающих подстанций, замеры напряжений и перетоков по ним, привязка к графикам нагрузок;
- **Фидеры подстанций** (файл \*.RSF) – состав фидеров питающих подстанций, замеры перетоков по ним, привязка к графикам нагрузок;

Таблицы вводов и фидеров подстанций необязательны для заполнения (в этом случае напряжение питающих узлов принимается номинальным + 5%, например, 10.5 кВ, 6.3 кВ).


На основании базы РЭС должна быть сформирована **расчетная схема**, которая состоит из трех файлов:

- **Узлы схемы** – содержит информацию по узлам схемы (номера, наименования, нагрузки узлов ( $P + jQ$ ), напряжения балансирующих узлов, номинальные напряжения и т.д.);
- **Ветви схемы** – информация по ветвям схемы (номера начала и конца ветви, признаки коммутации, сопротивления, проводимости, коэффициенты трансформации, допустимые значения токов или перетоков мощности и т.д.);
- **Заданные перетоки в линиях** – эта таблица формируется на основании таблиц вводов и фидеров, и соответственно содержит состав вводов, фидеров, замеры перетоков по ним, привязки к графикам нагрузок. В отличие от таблиц вводов и фидеров здесь имеются номера начала и конца ветвей. Для вводов номер начала = -999999999 (номер единого балансирующего узла в модели расчетной схемы).

Номера узлов задаются автоматически по порядку (1,2,3...), наименования принимаются из таблиц линий 10(6) кВ и трансформаторов ТП,РП, исключение составляют наименования отпаечных узлов – к ним добавляется номер отпаечного фрагмента, например, отпайки 1,2,3 в расчетной схеме могут выглядеть как отп15\_1, отп15\_2, отп15\_3 (15-й отпаечный фрагмент). Нагрузки в узлах схемы формируются по замерам трансформаторов 10(6)/0.4 кВ, и записываются в виде мощностей ( $P + jQ$ ) или электроэнергии ( $WP + jWQ$ ). Параметры схем замещения линий и трансформаторов ( $R + jX$ ,  $G + jB$ ,  $K_{тр}$ ) формируются на основе марок и соответствующих справочных (паспортных) данных. При этом автоматически формируются допустимые токи линий и допустимые мощности трансформаторов.

Загрузка базы РЭС осуществляется выбором файла \*.RSL через меню "Сеть РЭС" → "Загрузить" или кнопкой  "Загрузить базу РЭС" на панели управления.

**Предупреждение:**

Иногда вместо кнопки загрузки базы нажимают кнопку  "Создание базы РЭС", выбирают требуемый файл, подтверждают его перезапись – и в результате полностью очищают базу РЭС без возможности восстановления.

Правила заполнения таблиц базы РЭС приведены в п.2. "Подготовка информационной базы сетей 10(6)/0.4 кВ" инструкции по РАОТП. Управляющее меню задачи "База РЭС" приведены в п.3 инструкции. Ниже приведен ряд особенностей подготовки данных в таблицах базы РЭС.

## 2.1. Таблица линий 10(6) кВ

**2.1.1.** В колонке "п" (признак) при записи фрагмента сети с отпайками (отпайки нумеруются 1,2,3...) ставится символ "+". Это нужно для того, чтобы следующий фрагмент с отпайками нумеровать такими же числами (1,2,3...). Для получения уникального наименования узла, при формировании расчетной схемы, программа добавляет к номеру отпайки префикс с номером отпаечного фрагмента, например:

1, 2, 3,... → отп1\_1, отп1\_2, отп1\_3, ... (отпаечный фрагмент 1);

1, 2, 3,... → отп2\_1, отп2\_2, отп2\_3, ... (отпаечный фрагмент 2).

Ниже показан пример фрагмента данных с отпайками и полученные наименования в расчетной схеме:

	Исходные данные		Расчетная схема	
п	Начало	Конец	Начало	Конец
	ТП1	1	ТП1	отп1_1
+	1	ТП1	отп1_1	ТП1
	1	2	отп2_1	отп2_2
+	2	ТП2	отп2_2	ТП2

Из-за пропуска символа "+" в третьей строке одна и та же отпайка получила два наименования (отп1\_1 и отп2\_1). При этом узлы отп2\_1, отп2\_2 и ТП2 будут без питания.

**2.1.2.** Трансформаторы связи всегда записываются со стороны высокого напряжения, независимо от того с какой стороны к нему пришли при кодировке сети, например:

п	Ун	Начало	Конец
	6	ТП1	ТП_6кВ
Т	10/6	ТП_10кВ	ТП_6кВ
	10	ТП_10кВ	ТП2

**2.1.3.** Признаки разрыва устанавливаются в колонку "к" таблицы линий 10(6) кВ следующими символами:

"Н" – отключение с начала линии;

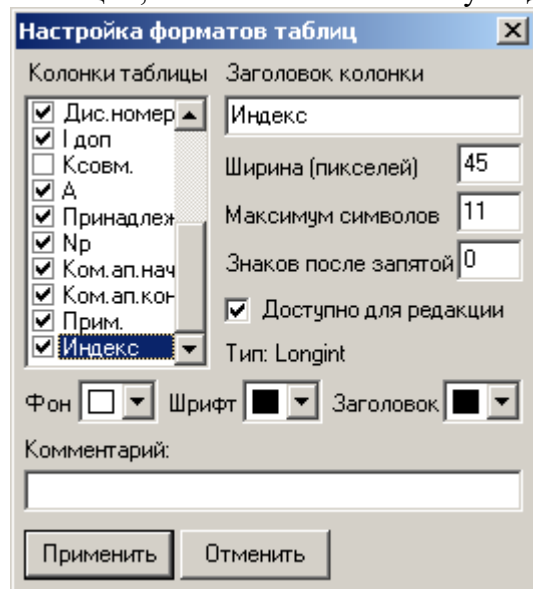
"К" – отключение с конца линии;

"О" – отключение с двух сторон (в оптимизации не участвует);

"Ф" – фиксированное отключение с конца линии (в оптимизации не участвует);

**2.1.4.** Отсутствие коммутационных аппаратов в начале или конце линии отмечается в колонках "Ком.апп.нач." и "Ком.апп.кон." символом "-".

Для быстрой отметки всех отпаечных узлов признаками "-" нужно показать колонку "Индекс" – правая кнопка мыши на таблице линий, из выпадающего меню выбрать "Свойства таблицы", найти в списке колонку Индекс, поставить ей "птичку", кнопка "Применить":





Далее выполнить формирование схемы: меню "Схема" → "Формирование схемы", в появившемся окне нажать кнопку "Сформировать схему". При формировании схемы колонка "Индекс" заполняется порядковыми номерами по возрастанию. Затем нужно отсортировать таблицу по колонке "Начало" и установить в колонке "Ком.апп.нач." символы "-" напротив всех номеров отпаек в колонке "Начало". Сортировка выполняется установкой маркера в сортируемую колонку, нажатием правой кнопки мыши, и выбором пункта меню "Сортировка колонки". Затем отсортировать по колонке "Конец" и установить в колонке "Ком.апп.кон." символы "-" напротив всех номеров отпаек в колонке "Конец". По завершении нужно отсортировать таблицу по колонке "Индекс" чтобы вернуться к исходному порядку набора, а затем скрыть эту колонку (правая кнопка мыши на таблице, пункт меню "Свойства таблицы", найти поле "Индекс" и убрать ему "птицу").

**2.1.5.** Желательно указывать имена фидеров питающих подстанций, чтобы потом их было удобно записывать в таблицу фидеров, например:

п	Начало	Конец
П	ВОСТОЧН.1.10	<b>Вост_ф_3</b>
	<b>Вост_ф_3</b>	ТП650.1

**2.1.6.** Если одна и та же линия записана дважды (подряд или в разных строках), то программа считает вторую запись дублированием первой и в расчетную схему не включает (выдает сообщение "Дублирование ветви"). При необходимости записи параллельных линий необходимо указывать номер параллельной линии в колонке "Нл" (1,2,3...).

**2.1.7.** Поиск марки линии в справочнике кабельных и воздушных линий производится в два захода: по заданному обозначению марки (ААБЛУ, ААШВ, АСБГ), если марка не найдена, то она сокращается до трех символов (ААБ, ААШ, АСБ), и поиск повторяется. Поиск по сокращенной марке выполняется при установленном флаге в файле **vk\_raotp.ini** в разделе **[Export]**, позиция **CutMark = 1** (выполнять повторный поиск), **CutMark = 0** (не выполнять).

**2.1.8.** Действующие в программе РАОТП номинальные напряжения задаются в файле **vk\_raotp.ini** в разделе **[Unom]**, например:

**[Unom]** Здесь указывается порядковый номер, знак "=", затем номинальное напряжение. Новое значение номинального напряжения добавляется в конце списка, например, 16=15  
**1=0.22** (добавили номинальное напряжение 15 кВ). При следующем перезапуске программы  
**2=0.4** номинальные напряжения сортируются по возрастанию. Удаление выполняется  
**3=3** удалением соответствующей строки, порядковые номера при этом изменять не надо.  
**4=6** Здесь можно класс напряжений 0.4 кВ изменить на 0.38 кВ, так как, существует  
**5=10** номинальное напряжение 0.38 кВ, а напряжение 0.4 кВ = 0.38 + 5%\*0.38 применяется  
**...** в трансформаторах 10(6)/0.4 кВ.  
**15=750**

**2.1.9.** В справочнике кабельных и воздушных линий приведены параметры кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена для разных классов напряжений. Информация взята из материалов ЗАТ "Завод "Южкабель" г. Харьков. В справочнике комплекса РАОТП эти марки кабелей имеют следующие обозначения:

- АПВ – трехфазное исполнение кабеля с алюминиевой жилой;
- АПВ1п – алюминиевая жила, однофазное исполнение, плоская прокладка;
- АПВ1т – алюминиевая жила, однофазное исполнение, треугольная прокладка;
- ПВ – трехфазное исполнение кабеля с медной жилой;
- ПВ1п – медная жила, однофазное исполнение, плоская прокладка;
- ПВ1т – медная жила, однофазное исполнение, треугольная прокладка.

Эти данные можно применять для иностранных марок, например, N2XS2Y (медь), NA2XS2Y (алюминий), XRUHKXS (медь), XRUHAKXS (алюминий) и др.

## 2.2. Таблица трансформаторов ТП,РП

2.2.1. Для быстрого поиска трансформатора конкретного ТП из таблицы линий 10(6) кВ нужно установить маркер на этот ТП в колонке "Конец" и нажать клавиши Ctrl + →, при этом осуществляется переход в таблицу трансформаторов ТП,РП, и позиционирование маркера на строку с выбранным ТП. Если это ТП отсутствует, то в конце таблицы трансформаторов добавляется новая запись, в которой заполняются колонки "ТП,РП (ВН)", "ТП,РП (НН)", "Nтр", и нужно записать марку тр-ра в колонке "Трансформатор". Возврат в таблицу линий осуществляется клавишами Ctrl + ←. Если новую запись не надо сохранять, то нужно выполнить обратный переход (в таблицу линий 10(6) кВ) без сохранения.

2.2.2. Сторона 0.4 кВ, как правило, обозначается наименованием ТП (РП), номером тр-ра и классом напряжения (0.4 кВ) без точки, например, ТП163.Т1.04. Пример записи двух тр-ров показан ниже:

ТП,РП (ВН)	ТП,РП(НН)	Nтр
ТП123.1	ТП123.Т1.04	Т1
ТП123.2	ТП123.Т2.04	Т2

Если трансформаторы работают параллельно, то они должны быть записаны с одинаковым обозначением стороны НН, например:

ТП,РП (ВН)	ТП,РП(НН)	Nтр
ТП123.1	ТП123.Т1.04	Т1
ТП123.2	ТП123.Т1.04	Т2

2.2.3. Признаки отключения у трансформаторов аналогичны линиям ("Н", "К", "О"). Для всех отключенных трансформаторов шины 0.4 кВ окажутся **без питания**.

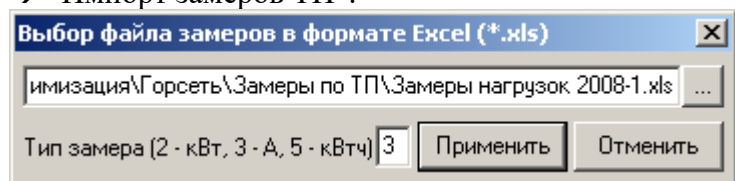
2.2.4. В колонках "Pнаг", "Qнаг", "Pген", "Qген" задается нагрузка трансформаторов ТП,РП. Размерность нагрузки определяется признаком в колонке "Т" (**0** – Коэффициент загрузки [%], **1** - мощность P,Q [кВт, кВАр], **2** – активная мощность и тангенс P, tg [кВт, tg], **3** – ток и тангенс I, tg [А, tg], **4** – электроэнергия WP, WQ [кВтч, кВАрч], **5** – активная электроэнергия и тангенс WP, tg [кВтч, tg]). Тангенс задавать необязательно.

2.2.5. В колонке "U" указывается место измерения нагрузки в трансформаторе: **0** – на стороне НН (0.4 кВ), **1** – на стороне ВН. Если замер на стороне ВН, то трансформатор в схему не включается, т.к. в замере уже включены потери в этом трансформаторе.

2.2.6. В колонках "Nг (Pн)", "Nг (Qн)", "Nг (Pг)", "Nг (Qг)" можно указать номера графиков нагрузок для каждой составляющей нагрузки. Каталог графиков нагрузок вызывается клавишей "пробел" в этих колонках, или меню "Каталоги" → "Суточные графики нагрузок".

Правила создания и заполнения графиков приведены в инструкции РАОТП п.4.15.8 "Суточные графики нагрузок". Традиционно создаются графики за одни сутки (24 часа) для разных составляющих нагрузки (P, Q, I, tg и др.).

2.2.7. Данные нагрузок можно загрузить из файлов \*.XLS (Excel) выбором меню "Данные" → "Импорт замеров ТП":



в окне нужно с помощью кнопки "..." выбрать файл, а в поле "Тип замера ..." указать признак размерности замера. В файле \*.XLS импортируемые данные должны быть на **первой закладке** (если их несколько) и содержать следующую структуру:

ТП, РП	S1	T1	S2	T2	S3	T3
1	100	17	100	50	250	-1
<b>2</b>	<b>250</b>	<b>55</b>	<b>250</b>	<b>55</b>		
3	400	63				
4			630	114		
5	250	72			400	140
...						
<b>РП1</b>	<b>630</b>	<b>115</b>	<b>630</b>	<b>116</b>		
РП2	400	-1	400	37	400	93

Комментарий:

1. Первую строку занимают заголовки колонок (названия произвольны). Колонки S1, S2, S3 – номинальные мощности 1-го, 2-го и 3-го тр-ров (кВА). T1, T2, T3 – замеры нагрузки по этим тр-рам (кВт, А, кВтч). В формате предусмотрено максимум 3 тр-ра.

2. Названия ТП задаются числами (1,2,3,...), названия РП пишутся полностью и должны соответствовать названиям РП в базе РАОТП (РП1,РП2,... или РП-1, РП-2, ...).

3. Если тр-тор отключен, то вместо замера должен быть установлен признак "-1" (первая и последняя строки).

4. Во второй строке и строке РП1 (выделены жирным шрифтом) трансформаторы работают параллельно. В таблице трансформаторов их нужно записать так, чтобы оба тр-ра приходили на один узел стороны 0.4 кВ, например:

ТП,РП (ВН)	ТП,РП(НН)	Nтр
.....		
ТП1	ТП1.Т1.04	T1
ТП1	ТП1.Т1.04	T2
.....		
РП1.1	РП1.Т1.04	T1
РП1.2	РП1.Т1.04	T2

5. Колонки S1, S2, S3 заполнять необязательно. Если они заполнены то выполняется контроль совпадения мощностей в файле \*.XLS и таблице тр-ров РАОТП, при несовпадении выдается сообщение, например:

**1 T1 - несовпадение Sном: 100 <> 250 кВА**

что, значит: в ТП1 мощность тр-ра T1 в файле \*.XLS – 100 кВА, а в базе РАОТП – 250 кВА.

6. Возможно сообщение вида:

**4 T2 - не найден в базе РЭС**

что значит: в файле \*.XLS замер указан для ТП4 T2, а в базе РАОТП T2 отсутствует (возможно есть T1). Здесь нужно согласовать номер тр-ра и внести изменения либо в базу РАОТП либо в файл \*.XLS.

7. Возможен перечень ТП, который не найден в базе РАОТП, например:

**[Не найдены ТП в базе РЭС]**

**1А**

**ЦРП-5**

**ТП-Котельная**

...

Здесь нужно согласовать текстовые наименования ТП,РП в файле \*.XLS и в базе РАОТП.

8. Структура таблицы замеров также может иметь сокращенный вид, например:

ТП, РП	Sном	кВтч
1	450	17500
2	500	22400
3	400	145700
.....		
РП1	1260	192400
РП2	1200	124900

В этом случае в колонке "Sном" указывается суммарная мощность на ТП, РП, а колонка "кВтч" содержит замер по всем тр-рам.

Коммутацию тр-ров нужно устанавливать вручную. Величина замера "кВтч" распределяется на все **включенные** тр-ры ТП,РП пропорционально их номинальной мощности. Если задана колонка "Sном", то выполняется контроль совпадения суммарных мощностей тр-ров ТП,РП (включенных и отключенных).

9. Если в файле \*.XLS три колонки, например, "ТП, РП", "Sном", "кВтч", то замер распределяется на все тр-ры ТП, РП, а если больше трех колонок, то замер устанавливается индивидуально на каждый тр-тор.

### **2.3. Таблица вводов подстанций**

**2.3.1.** Колонку "Подстанция" можно заполнить вручную, при этом названия подстанций должны совпадать с названиями питающих подстанций в таблице линий 10(6) кВ. С другой стороны, можно выполнить сортировку таблицы линий 10(6) кВ по колонке "П", выделить (клавишами Shift + стрелки  $\updownarrow$ ) все ячейки таблицы в колонке "Начало" напротив признаков "П" (питающие подстанции), скопировать в буфер памяти (клавиша F5), перейти в таблицу вводов, установить маркер в начало колонки "Подстанция", вставить из буфера памяти (клавиша F6), удалить (клавиша F8) повторяющиеся строки.

**2.3.2.** В колонке "Ус.ш." нужно задать напряжение секции шин (лучше измеренное, в крайнем случае номинальное).

**2.3.3.** Для задачи оптимизации колонки "Б" и "ШСВ" не используются.

**2.3.4.** По аналогии с таблицей трансформаторов ТП,РП в таблице вводов можно задать замеры перетоков на вводах в колонках "P $\rightarrow$ ", "Q $\rightarrow$ ", "P $\leftarrow$ ", "Q $\leftarrow$ ". Указатель направления  $\rightarrow$  соответствует приему в сеть РЭС от ввода, а указатель  $\leftarrow$  – соответственно выдача из сети РЭС в сторону ввода. Направление перетока можно также указывать знаками "+", "-". Все четыре колонки могут понадобиться только в случае задания встречных перетоков электроэнергии.

Размерность перетока определяется признаком в колонке "Т" (**1** - мощность P,Q [кВт, кВАр], **2** – активная мощность и тангенс P, tg [кВт, tg], **3** – ток и тангенс I, tg [А, tg], **4** – электроэнергия WP, WQ [кВтч, кВАрч], **5** – активная электроэнергия и тангенс WP, tg [кВтч, tg]).

**2.3.5.** По аналогии с таблицей трансформаторов ТП,РП в колонках "Nг (P $\rightarrow$ )", "Nг (Q $\rightarrow$ )", "Nг (P $\leftarrow$ )", "Nг (Q $\leftarrow$ )" можно указать номера графиков нагрузок для каждой составляющей перетока.

### **2.4. Таблица фидеров подстанций**

**2.4.1.** Колонки "Подстанция" и "Фидер" можно заполнить вручную, при этом названия подстанций и фидеров должны совпадать с названиями в таблице линий 10(6) кВ. С другой стороны, можно выполнить сортировку таблицы линий 10(6) кВ по колонке "П", выделить (клавишами Shift + стрелки  $\updownarrow$ ) все ячейки таблицы в колонках "Начало" и "Конец" напротив признаков "П" (питающие подстанции), скопировать в буфер памяти (клавиша F5), перейти в таблицу фидеров, установить маркер в начало колонки "Подстанция", вставить из буфера памяти (клавиша F6).

**2.4.2.** В колонке "Б" устанавливается признак (символ "Б" - балансировка) для тех фидеров, по которым нужно выполнить балансировку нагрузок по присоединенным ТП, РП.

**2.4.3.** По аналогии с таблицей вводов в колонках "P $\rightarrow$ ", "Q $\rightarrow$ ", "P $\leftarrow$ ", "Q $\leftarrow$ " можно задать замеры перетоков на фидерах. Указатель направления  $\rightarrow$  соответствует направлению перетока от ввода к фидеру. Направление перетока можно также указывать знаками "+", "-". Все четыре колонки могут понадобиться только в случае задания встречных перетоков электроэнергии. Размерность перетока определяется признаком в колонке "Т".

**2.4.4.** По аналогии с таблицей вводов в колонках "Nг (P $\rightarrow$ )", "Nг (Q $\rightarrow$ )", "Nг (P $\leftarrow$ )", "Nг (Q $\leftarrow$ )" можно указать номера графиков нагрузок для каждой составляющей перетока.

**2.4.5.** Следует избегать задания фидера в виде номера отпайки, в этом случае программа выдаст сообщение, что такой фидер не найден, так как в таблице линий к номеру отпайки добавляется номер отпаечного фрагмента (например, отп4\_5), а в таблице фидеров будет только номер отпайки 5.

## 2.5. Примеры заполнения таблиц

### 2.5.1. Таблица линий 10(6) кВ

№	п	Ун	Начало	Конец	к	Параметры линий	Нл	Дис.номер	Ком. ап. нач.	Ком. ап. кон.
1	П	10	ЮЖНАЯ.2.10	Южн_ф_24				Южн_ф_24		
2		10	Южн_ф_24	РП39.2		27*ААБ10-240+30*ААБ10-240+666*СБ10-120+472*ААБ10-150+220*АСБ10-240+1030*ААБ10-185				
3		10	РП39.2	ТП675.2		216*ААБ10-150+110*ААБ10-150				
4		10	ТП675.2	ТП675.1						
5		10	ТП675.1	ТП522.1		111*ААБ10-150+410*ААБ10-150				
6		10	ТП522.1	ТП523.1	К	358*АСБ10-150				
7		10	РП39.2	ТП520.1		395*ААШВ10-150+67*АСБ10-185				
8		10	ТП520.1	ТП520.2						
9		10	ТП520.2	ТП524.1	Н	67*АСБ10-150+84*АСБ10-150				
10		10	РП39.2	РП810.2		160*АСБВ10-240				
11		10	РП39.2	РП149.2		650*АСБ10-185	1			
12		10	РП39.2	РП149.2		663*ААШВ10-185	2			
13		10	РП39.2	ТП752.1		359*ААБ-120				
14		10	ТП752.1	ТП701.1		365*ААБ-120+4*ААБВ-120				
15										
16	П	10	ЮЖНАЯ.2.10	Южн_ф_28				Южн_ф_28		
17		10	Южн_ф_28	РП66.2		1450*2ААБЛ10-185				
18		10	РП66.2	РП66.1	Ф					
19										
20	П	10	ЮЖНАЯ.3.10	Южн_ф_19				Южн_ф_19		
21		10	Южн_ф_19	1		120*ААШВ10-120+90*АС-50				
22	+	10	1	ТП916.1		20*АС-50			-	-
23	+	10	1	2		225*АС-50			-	-
24	+	10	2	ТП918.1		20*АС-50			-	-
25	+	10	2	ТП933.1		1130*АС-70			-	-
26		10	ТП933.1	1		495*АС-35			-	-
27	+	10	1	ТП917.1		195*АС-70			-	-
28	+	10	1	2		270*АС-70+6*САХЕ10-95			-	-
29	+	10	2	3		12*САХЕ10-95+230*АС-70			-	-
30	+	10	3	ТП919.1		6*САХЕ10-95+560*АС-70			-	-
31	+	10	3	ТП920.1		575*АС-50			-	-
32	+	10	2	4		10*АС-50			-	-
33	+	10	4	ТП866.1		80*АС-50			-	-
34	+	10	4	ТП819.1		220*АС-50			-	-
35		10	ТП819.1	ТП820.1	О	230*АС-70				
36		6	ТП288.2	ТП288_6						
37	Т	10/6	ТП288_10	ТП288_6		ТМ-4000/10/6.3				
38		10	ТП288_10	ТП289.2		350*АСБ-150				

В строках 1,16,20 записаны питающие подстанции (ЮЖНАЯ.2.10, ЮЖНАЯ.3.10) и названия фидеров (Южн\_ф\_24, Южн\_ф\_28, Южн\_ф\_19).

В строке 6 линия отключена с конца (признак "К"), в строке 9 – с начала, в строке 18 установлен фиксированный разрыв (признак "Ф") между 2-й и 1-й секциями РП66, в строке 35 линия отключена с двух сторон (признак "О").

В строках 22-25 и 27-34 представлены два фрагмента с отпайками, в которых повторяется нумерация отпайек за счет установленных признаков "+". В колонках "Ком.апп.нач." и "Ком.апп.кон." для отпайек установлены признаки "-" (отсутствие коммутационных аппаратов).

В строке 37 показан пример записи продольного трансформатора 10/6 кВ.

В колонке "Параметры линии" представлены параметры участков кабельных и воздушных линий. Марка ААБ10 и ААБ воспринимаются программой одинаково.

В строках 11,12 показаны две параллельные линии, которые отмечены номерами в колонке "Нл". В строке 17 показан сдвоенный участок кабельной линии (2ААБЛ10-185).

### 2.5.2. Таблица трансформаторов ТП, РП

№	ТП,РП (ВН)	ТП,РП (НН)	Нтр	к	Трансформатор	U	T	Рнаг	Qнаг	Ng (Pн)	Ng (Qн)
1	ТПЗ	ТПЗ.Т1.04	T1		ТМ-180/10/0.4		3	175.0			
2	ТПЗ00	ТПЗ00.Т1.04	T1		ТМ-400/10/0.4		3	170.0			
3	ТПЗ01.1	ТПЗ01.Т1.04	T1		ТМ-630/10/0.4	1	3	10.0			
4	ТПЗ01.2	ТПЗ01.Т2.04	T2		ТМ-630/10/0.4	1	3	17.0			
5	ТПЗ02	ТПЗ02.Т1.04	T1		ТМ-180/10/0.4						
6	ТПЗ03.1	ТПЗ03.Т1.04	T1		ТМ-250/10/0.4		3	320.0			
7	ТПЗ03.2	ТПЗ03.Т2.04	T2	О	ТМ-250/10/0.4		3				
8	ТПЗ04	ТПЗ04.Т1.04	T1		ТМ-315/10/0.4		3	530.0			
9	ТПЗ05.1	ТПЗ05.Т1.04	T1		ТМ-630/10/0.4		3	660.0			
10	ТПЗ06	ТПЗ06.Т1.04	T1		ТМ-315/10/0.4		3	240.0			
11	ТПЗ06	ТПЗ06.Т2.04	T2		ТМ-315/10/0.4		3	220.0			
12	ТПЗ06	ТПЗ06.Т3.04	T3	О	ТМ-400/10/0.4		3				
13	ТПЗ07.2	ТПЗ07.Т2.04	T2		ТМ-250/10/0.4		3	340.0			
14	ТПЗ08	ТПЗ08.Т1.04	T1		ТМ-250/10/0.4		3	250.0			
15	ТПЗ09.1	ТПЗ09.Т1.04	T1		ТМ-400/10/0.4		3	300.0			
16	ТПЗ09.2	ТПЗ09.Т2.04	T2	О	ТМ-400/10/0.4		3				

Наименования ТП в колонке "ТП, РП (НН)" состоит из номера ТП, номера ввода трансформатора и класса напряжения (без разделителя), например, ТПЗ.Т1.04.

В строках 3,4,6,7,15,16 записаны двухсекционные ТП, содержащие два трансформатора, в строках 9,13 показаны ТП содержащие две (и более) секции, но с одним трансформатором (соответственно на 1-й и 2-й секциях). В строках 10-12 показан односекционный ТП с тремя трансформаторами. В остальных позициях показаны односекционные ТП с одним трансформатором.

Трансформаторы в строках 7,12,16 отключены (признак "О"). Соответственно узлы 0.4 кВ ТПЗ03.Т2.04, ТПЗ06.Т3.04, ТПЗ09.Т2.04 будут без питания.

В колонке "Рнаг" показаны замеры токов в амперах, тип нагрузки "Т" = 3 (I/tg). В строках 3,4 нагрузка установлена на высокой стороне трансформаторов, в этом случае сами трансформаторы в расчетную схему не войдут, так как в замере уже включены потери в них. Для отключенных трансформаторов (строки 7,12,16) замеры равны нулю. Колонка "Qнаг" пустая (здесь должен быть тангенс), поэтому тангенс нагрузки будет принят одинаковым для этих замеров. В ТПЗ02 (строка 5) замер вообще отсутствует. Для таких ТП нагрузка будет сформирована по общему коэффициенту загрузки, например, 20% от номинальных мощностей трансформаторов этих ТП.

В колонках "Ng (Pн)", "Ng (Qн)" могут быть заданы номера графиков нагрузок.

### 2.5.3. Таблица вводов подстанций

№	Подстанция	Ус.ш.	Б	ШСВ	T	P →	Q →	Ng(P→)	Ng(Q→)
1	ВОСТОЧН.1.10	10,25			3	552,0			
2	ВОСТОЧН.2.10	10,45			3	594,0			
3	ЗАВОКЗ.1.10	10,28			3	384,0			
4	ЗАВОКЗ.2.10	10,24			3	400,0			
5	ЗАПАДН.1.10	10,5			3	102,4			
6	ЗАПАДН.2.10	10,5	О	ЗАПАДН.1.10	3	169,6			

В колонке "Ус.ш." заданы модули напряжений (например, по зимнему замеру). Переток на вводах задан в амперах, тип замера "Т" = 3 (I/tg). Колонка "Q→" не заполнена (для всех перетоков будет принят общий тангенс). В колонках "Ng (P→)", "Ng (Q→)" могут быть заданы номера графиков нагрузок. Колонки "Б" (признак балансировки) не заполняется, так как предпочтительней выполнять балансировку по фидерам. Если данных по фидерам нет, то можно выполнять балансировку по вводу, но при этом в схеме должны присутствовать все отходящие от этого ввода фидеры, в том числе безпотерьные, транзитные и др.

"ШСВ" (шиносоединительная связь между вводами) может заполняться в случае отключения одного из двух вводов, например, в 6-й строке отключен ввод ЗАПАДН.2.10 (в колонке "Б" признак "О"), а в колонке "ШСВ" показана связь с первым вводом ЗАПАДН.1.10.

Для задач оптимизации мест разрывов указывать отключенные ввода не обязательно.

### 2.5.4. Таблица фидеров подстанций

№	Подстанция	Фидер	Б	Т	P →	Q →	Ng(P→)	Ng(Q→)
1	ВОСТОЧН.1.10	Вост_ф_11	Б	3	122,4	0.56		
2	ВОСТОЧН.1.10	Вост_ф_13	Б	3	52,8	0.56		
3	ВОСТОЧН.1.10	Вост_ф_15	Б	3	64,0	0.56		
4	ВОСТОЧН.1.10	Вост_ф_17	Б	3	2,4	0.56		
5	ВОСТОЧН.1.10	Вост_ф_19	Б	3	62,4	0.56		
.....								
6	ЗАВОКЗ.1.10	Завокз_ф_1	Б	3	40,0	0.73		
7	ЗАВОКЗ.1.10	Завокз_ф_11	Б	3	24,0	0.73		
8	ЗАВОКЗ.1.10	Завокз_ф_13	Б	3	67,2	0.73		
9	ЗАВОКЗ.1.10	Завокз_ф_15	Б	3	3,2	0.73		
10	ЗАВОКЗ.1.10	Завокз_ф_3	Б	3	165,6	0.73		
.....								
11	ЗАПАДН.1.10	Зап_ф_1	Б	3	0,8	0.64		
12	ЗАПАДН.1.10	Зап_ф_11	Б	3	6,4	0.64		
13	ЗАПАДН.1.10	Зап_ф_3	Б	3	62,4	0.64		
14	ЗАПАДН.1.10	Зап_ф_5	Б	3	2,4	0.64		
15	ЗАПАДН.1.10	Зап_ф_7	Б	3	36,0	0.64		
.....								
16	РП16.1	ТП287.1	Б	3	96,8			
17	РП16.1	ТП308.1	Б	3	30,0			
18	РП16.1	ТП448.1	Б	3	27,6			
19	РП16.2	РП22.1	Б	3	39,6			
20	РП16.2	ТП323.1	Б	3	20,4			
.....								
21	РП85.1	РП32.2	Б	3	115,2			
22	РП85.1	РП627_Т1	Б	3	18,0			
23	РП85.1	РП631.1	Б	3	14,4			
24	РП85.1	РП94.2	Б	3	54,4			
25	РП85.1	ТП255.1	Б	3	0,0			
.....								
26	СИМФТЭЦ.1.10	СимТэц_ф_3		3				
27	СИМФТЭЦ.2.10	СимТэц_ф_4		3				

В строках 1-5, 6-10, 11-15 показаны фрагменты фидеров питающих подстанций Восточная, Завокзальная, Западная. В строках 16-20 и 21-25 приведены фрагменты фидеров РП16 и РП85. В общем случае, переток может быть указан не только на фидере питающей подстанции, а на любой линии или трансформаторе. Для этих фидеров установлен признак "Б" (балансировка по этому фидеру).

В колонке "P→" заданы перетоки по фидерам в амперах, тип замера "Т" = 3 (I/tg). В колонке "Q→" установлены тангенсы перетоков, соответственно, для подстанции Восточная tg = 0.56, для подстанции Завокзальная tg = 0.73, для подстанции Западная tg = 0.64. Тангенс может быть рассчитан на основании измерений по вводам:  $tg = WQ/WR$ .

В колонках "Ng (P→)", "Ng (Q→)" могут быть заданы номера графиков нагрузок. Типы графиков нагрузок должны соответствовать типу замера (замер тока – график тока, замер мощности – график мощности).

В строках 26, 27 перетоки неизвестны, поэтому для них признак "Б" не установлен.

Указанные замеры на фидерах должны соответствовать текущей конфигурации схемы, например, в строке 25 указан нулевой переток, соответственно эта линия была отключена на момент замера, и в текущей конфигурации должна быть отключена.

## 2.6. Задание графиков нагрузок

Правила создания и заполнения графиков приведены в инструкции РАОТП п.4.15.8 "Суточные графики нагрузок". Введем следующие обозначения суточных графиков нагрузок:

**NP, NP%** – график активной мощности в абсолютных единицах (кВт, МВт) и в %;

**NQ, NQ%** – график реактивной мощности в абсолютных единицах (кВАр, МВАр) и в %;

**NI, NI%** – график тока в абсолютных единицах (А) и в %;

**Nt** – график тангенсов.

В таблицах трансформаторов ТП,РП, вводов и фидеров возможны следующие варианты задания графиков:

№	P	Q	N <sub>P</sub> (P)	N <sub>P</sub> (Q)	
1	--	--	N <sub>P</sub>		- только график активной мощности;
2	--	--		N <sub>Q</sub>	- только график реактивной мощности;
3	--	--	N <sub>P</sub>	N <sub>Q</sub>	- графики активной и реактивной мощности;
4	P <sub>max</sub>	--	N <sub>P%</sub>		- график активной мощности в % (относительно P <sub>max</sub> );
5	--	Q <sub>max</sub>		N <sub>Q%</sub>	- график реактивной мощности в % (относительно Q <sub>max</sub> );
6	P <sub>max</sub>	Q <sub>max</sub>	N <sub>P%</sub>	N <sub>Q%</sub>	- графики активной и реактивной мощности в %;
7	--	--	N <sub>P</sub>	N <sub>T</sub>	- график активной мощности и график тангенсов;
8	--	--	N <sub>I</sub>		- график токов;
9	I <sub>max</sub>	--	N <sub>I%</sub>		- график токов в % (относительно I <sub>max</sub> );

Комментарий:

1. Максимум графиков в % не обязательно должен быть равен 100%, это может быть любой набор чисел. При расчетах программа найдет максимум и приравняет его к 100%.

2. В таблице трансформаторов тип графиков не зависит от типа нагрузки, т.е. для токового замера можно задать график мощности, и наоборот, для замера мощности можно задать токовый график.

3. Для значений перетоков в таблицах вводов и фидеров необходимо соблюдать тип замера и тип графика (замер мощности – график мощности, замер тока – график тока).

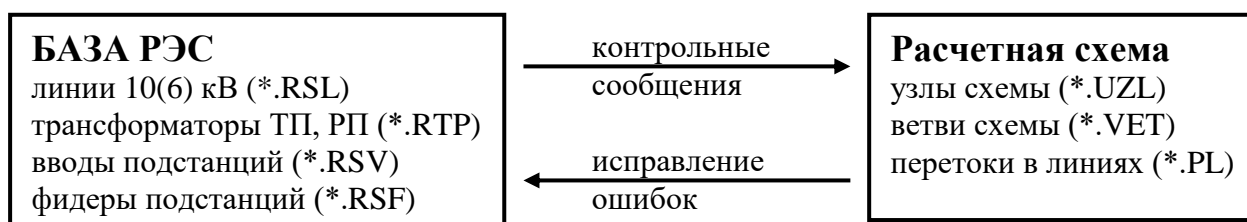
## 2.7. Формирование расчетной схемы

Задачи расчета и оптимизации режимов работают с унифицированными форматами данных, представленными таблицами узлов и ветвей. Эти форматы таблиц в комплексе РАОТП используются для хранения данных по схемам всех классов напряжений. Дополнительная таблица перетоков в линиях (трансформаторах) используется для задачи балансировки нагрузок узлов по заданным перетокам. Поэтому для выполнения режимных задач нужно сформировать файлы расчетной схемы из файлов базы РЭС. Описание этой операции приведено в п.3.6 инструкции по РАОТП.

При формировании файлов расчетной схемы также выполняется различный контроль правильности набора данных:

- синтаксический контроль (правильность набора марок линий и трансформаторов);
- контроль наличия трансформаторов на ТП, РП;
- контроль конфигурации (замкнутые контура и узлы безпитания) и др.

Схематически процесс формирования расчетной схемы показан ниже:



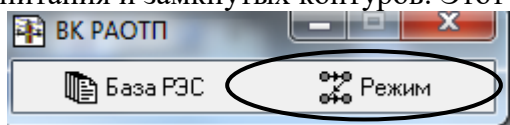
Процесс формирования повторяется до устранения всех ошибок набора данных. Может оставаться некоторый набор контрольных сообщений, который не является ошибками, например:

- "Не задан тр-тор в ТП..." – там его действительно может не быть;
- "Линии 10(6) кВ ... Несовпадение U<sub>n</sub>" – разрыв установлен на разделе стей 6 и 10 кВ. Хотя, от этого можно избавиться, записав в колонке "U<sub>n</sub>" напряжение "10/6" или "6/10";
- Схема ... содержит узлы без питания/замкнутые контура – в схеме может оставаться ряд узлов без питания (например шины 0.4 кВ отключенных трансформаторов) и замкнутых контуров (например, параллельных линий или трансформаторов). **Контроль узлов без питания и замкнутых контуров выполняется в задаче "Z-режим"**.



### 3. Контроль конфигурации сети

Контроль конфигурации схемы сети заключается в устранении ошибочных узлов без питания и замкнутых контуров. Этот процесс реализуется в задаче "Z-режим".



В задаче "Z-режим" выбирается файл узлов схемы с помощью меню "Схема" → "Загрузить". Список узлов без питания высвечивается на экран выбором меню "Контроль схемы" → "Узлы без питания", например:

```
отп5_1
отп5_2
ТП101.1
ТП101.2
ТП101.Т1.04
ТП101.Т2.04
ТП109
ТП109.Т1.04
```

В базе РЭС необходимо проверить цепочки питания ТП101 и ТП109. Узлы отп5\_1 и отп5\_2 найти трудно, поскольку в базе РЭС эти точки имеют названия 1,2.

Список замкнутых контуров высвечивается на экран выбором меню "Контроль схемы" → "Замкнутые контура". Контура выдаются в следующем виде:

#### Контур 1

```
Вход 1: ТП82.Т1.04 - ТП82.1
Вход 2: ТП82.Т1.04 - ТП82.1
```

#### Контур 2

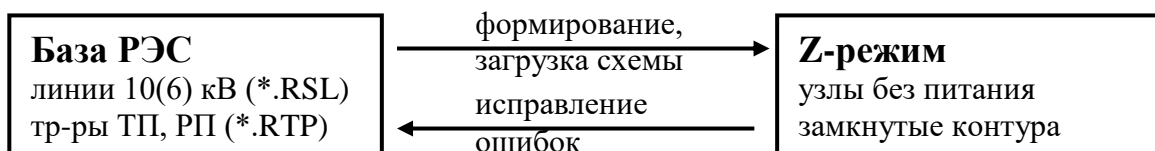
```
Вход 1: ТП564.Т1.04 - ТП564.2
Вход 2: ТП564.Т1.04 - ТП564.1 - ТП564.2
```

#### Контур 3

```
Вход 1: ТП501.2 - ТП117.2 - РП12.2 - РП12.1 - ЗАВОКЗ_ф_14 - ЗАВОКЗ.2.10
Вход 2: ТП501.2 - ТП501.1 - РП22.1 - ЗАВОКЗ_ф_8 - ЗАВОКЗ.1.10
```

Точки входа в контур 1 и 2 содержат одинаковый узел, а затем развиваются по двум радиусам питания этого узла, которые либо приводят к одному узлу (контура 1,2) либо к двум источникам питания (контур 3). В данном примере контуры 1,2 являются следствием параллельной работы трансформаторов на ТП82 и ТП564, а контур 3 образует связь между фидерами подстанции Завокзальная, который нужно разомкнуть.

Отметим, что поиск узлов без питания и замкнутых контуров выполняется в задаче "Z-режим", а исправления нужно вносить в файлы "Базы РЭС". Как правило это итерационный процесс, в котором нужно переключаться между задачами "База РЭС" и "Z-режим":



После каждого формирования схемы в "Базе РЭС" нужно перезагружать схему в задаче "Z-режим" (так как изменяются файлы узлов и ветвей) с помощью меню "Схема" → "Загрузить", затем повторять процесс отработки узлов без питания и контуров. Поэтому лучше исправлять по максимуму ошибки в "Базе РЭС", а затем формировать схему. В конечном итоге в схеме может оставаться ряд узлов без питания (например шины 0.4 кВ отключенных трансформаторов) и замкнутых контуров (например, параллельные линии или трансформаторы).

В ряде случаев удобно искать узлы без питания и замкнутые контура на **автоматической графике схем**, например, когда узлом без питания является отпайка (см. выше отп5\_1, отп5\_2).

## 4. Автоматическая графика расчетных схем 10(6) кВ

Управляющее меню задачи "Z-режим", форматы таблиц узлов, ветвей, перетоков и др. приведены в п. 4, 4.1 инструкции РАОТП.

Исходные данные и результаты расчетов представлены как в табличных формах, так и в формате автоматической графики схем. Общий вид задачи "Z-режим" с графикой схем представлен ниже:

**Основная панель управления**      **Кнопка отображения графики схемы и панели графики**      **Панель управления графикой схем**

№	№	№ узла	Обозначение	П
1	1	1	ВОСТОЧН.1.10	b
2	2	2	ВОСТ_Ф_3	
3	3	3	ТП650.1	
4	4	4	ТП650.2	
5	5	5	ТП651.1	
6	6	6	ТП651.2	
7	7	7	ТПС33.2	
8	8	8	ТП652.1	
9	9	9	ТП118.1	
10	10	10	ТП118.2	
11	11	11	ТП967.1	
12	12	12	РП44.1	
13	13	13	ТП1032.1	
14	14	14	ТП1032.2	

**Табличные формы**      **Индикаторы состояния**      **Графика схем**

Информация по автоматической графике схем приведена в п.4.9 инструкции РАОТП. Для работы с графикой сетей 10(6) кВ желательно на панели графики нажать кнопку "Настройки графики схемы" (слева на панели графики), в появившемся окне настроек в правом, нижнем углу, из списка "Установки по умолчанию" нужно выбрать "Сети РЭС 10-0.4 кВ". Информация по настройкам приведена в п.4.9.2 инструкции РАОТП.

Поиск узлов на графике схемы описан в п.4.9.4. Сервисные кнопки построения фрагментов схемы описаны в п.4.9.5. Основные показаны ниже:

1 2 поле ввода 3 4 5 6 7 8 9 10

, где

- 1 – настройки графики;      4 – вся схема;      7 – трассы питания;      10 – очистить фрагмент
- 2 – печать схемы;      5 – дерево питания;      8 – ярус узла;      9 – разворот подстанции;      схемы.
- 3 – поиск узла;      6 – радиус питания;      9 – разворот подстанции;      схемы.

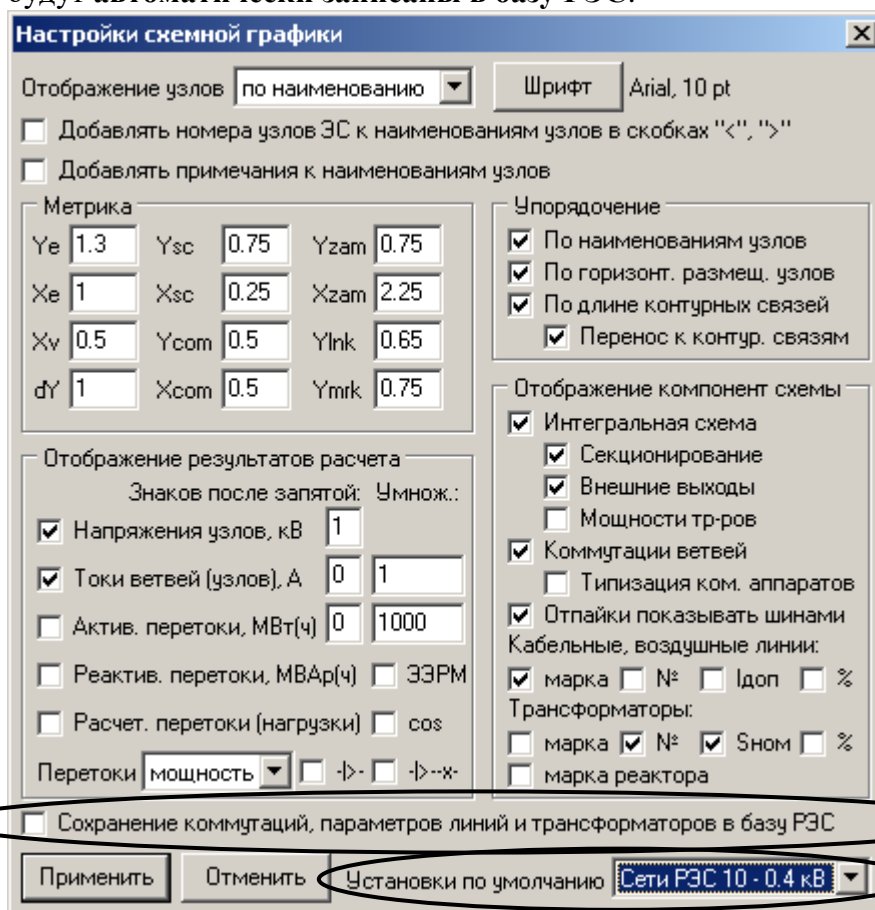
Операции построения **дерева**, **радиуса**, **трассы** и **яруса** выполняются по отношению к наименованию узла, заданного в поле ввода на панели графики. Эти же операции могут быть применены к **группе узлов**, выделенных в произвольной таблице. Для разворота всех подстанций нужно в поле ввода записать символ "+" и нажать кнопку 9. Для сворачивания всех подстанций нужно в поле ввода записать символ "-" и нажать кнопку 9.

Сервисные кнопки редактирования графики описаны в п.4.9.6 инструкции РАОТП. При работе с сетями 10(6) кВ можно выделить следующие кнопки:



- где
- 1 – включение/отключение режима редактирования;
  - 2 – режим изменения коммутаций;
  - 3 – режим изменения сопротивлений ветвей;
  - 4 – сохранение изменений.

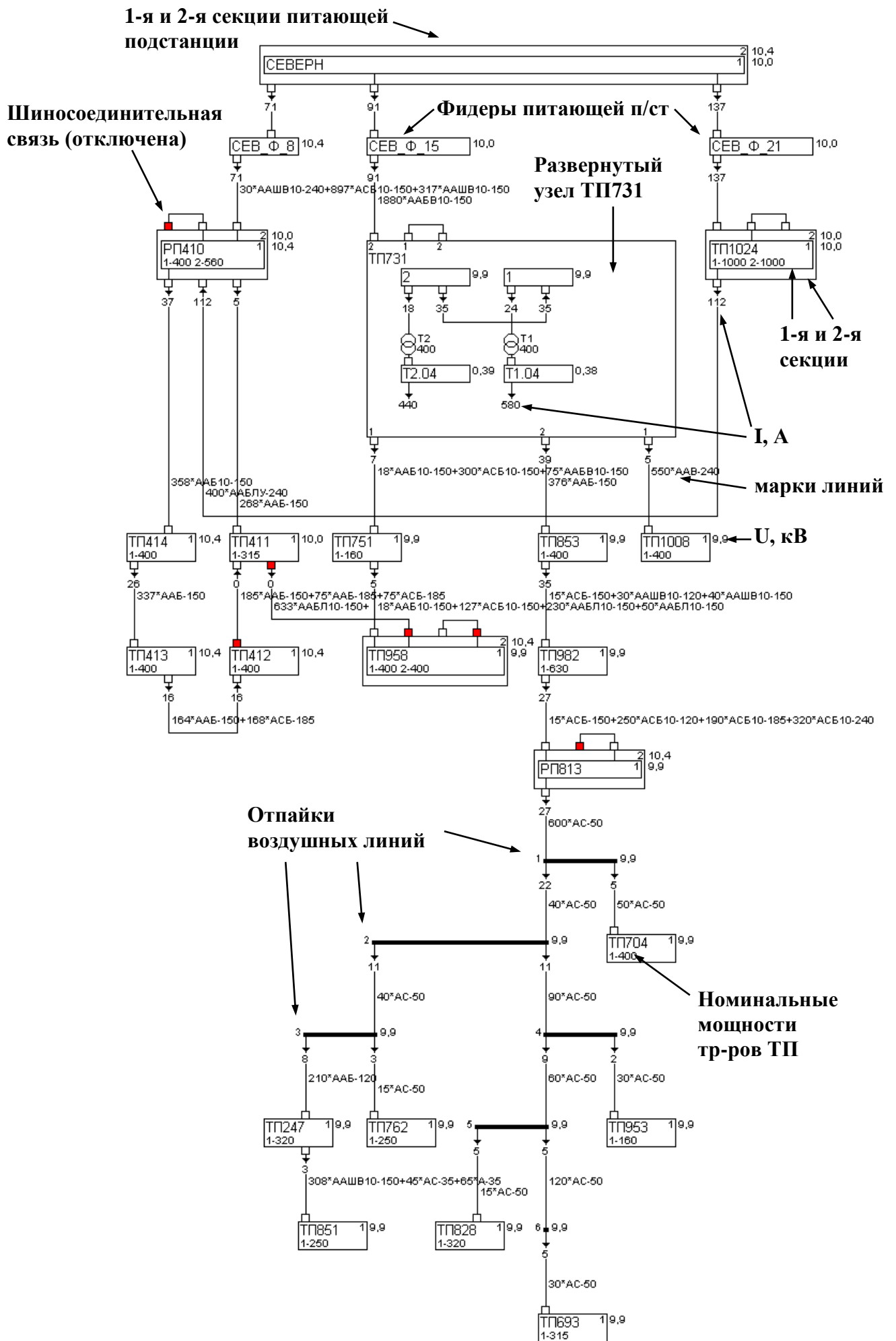
Любые изменения будут сохранены только в табличные форматы расчетной схемы (таблицы узлов и ветвей), но при включении флага "Сохранение коммутаций, параметров линий и трансформаторов в базу РЭС" в окне "Настройки схемной графики", эти изменения будут **автоматически записаны в базу РЭС**.




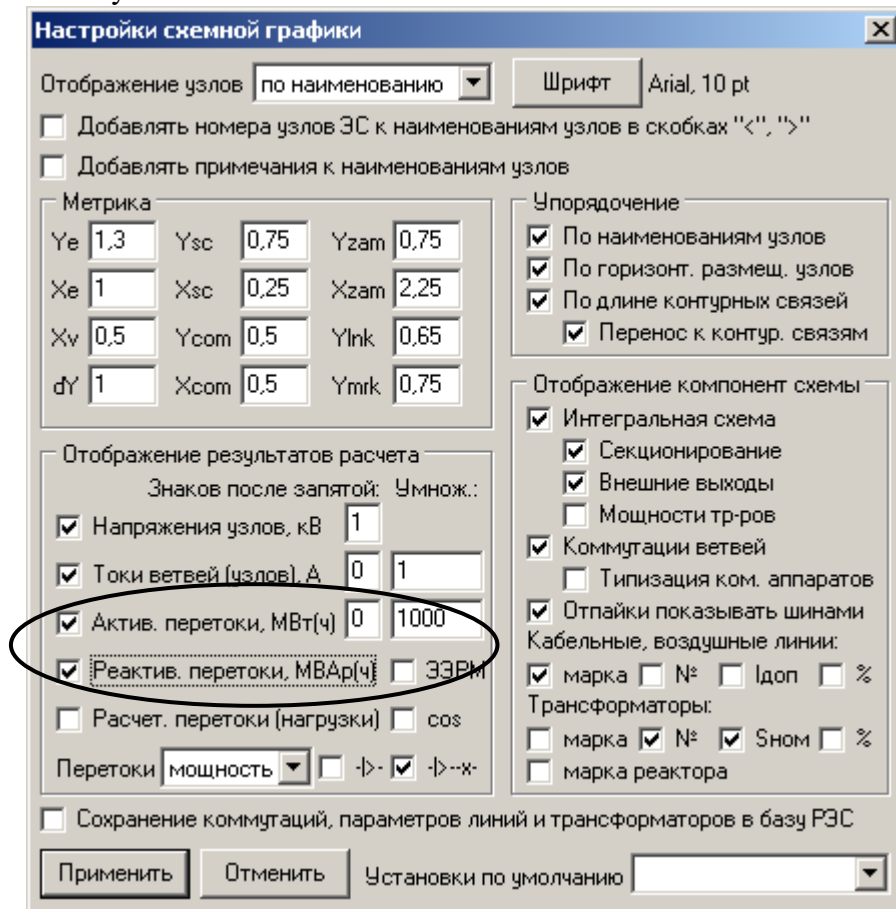
Для корректной работы с этим флагом, после каждого формирования схемы в "Базе РЭС", нужно перезагружать схему в задаче "Z-режим" с помощью меню "Схема" → "Загрузить".

Этот флаг может быть полезен при обработке узлов без питания и замкнутых контуров. Процесс поиска узлов без питания и замкнутых контуров на графике схемы описан в п.4.9.7 и 4.9.8 инструкции по РАОТП. В дальнейшей работе этот флаг нужно отключить, так как любые эксперименты со схемой в задаче "Z-режим" могут быть сохранены в исходные файлы "Базы РЭС".

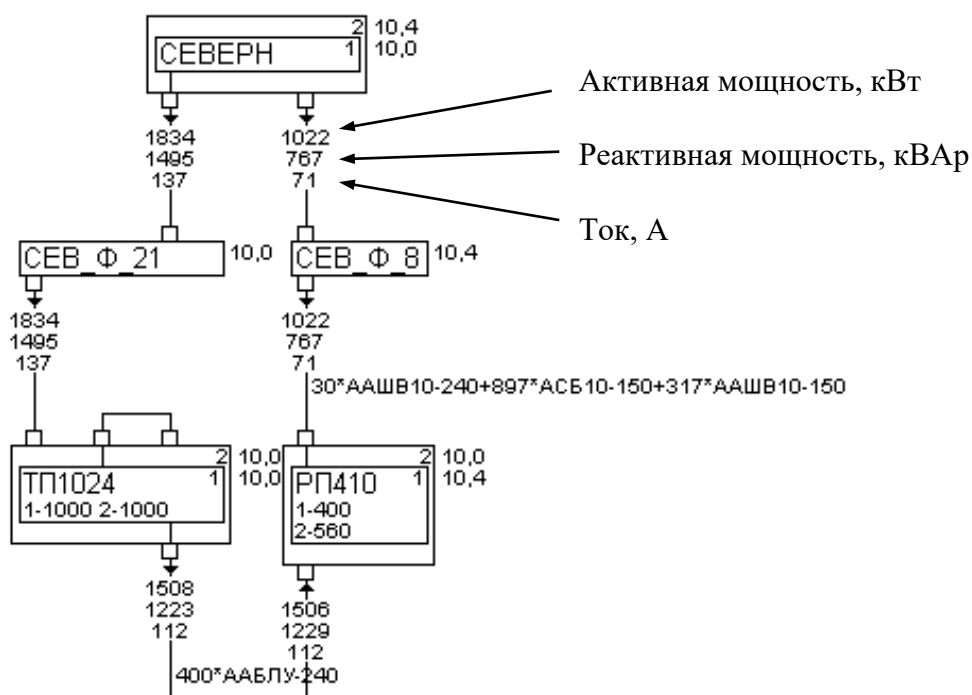
Любые установки флагов в окне "Настройки схемной графики" можно выполнять вручную. Для сетей 10(6) кВ рекомендуется в поле "Установки по умолчанию" выбрать пункт "Сети РЭС 10 – 0.4 кВ", при этом изменятся сразу группа значений и флажков (более подробно – п.4.9.2 инструкции РАОТП). Для сетей 10(6) кВ схема отображается интегральными узлами с секционированием в виде вложенных прямоугольников. Номер секции отображается в правом верхнем углу. Внутри прямоугольника ТП отображаются мощности тр-ров для каждой секции. Справа от узлов показаны расчетные модули напряжений, на линиях отображаются марки и длины, а также расчетные токи. Интегральные узлы ТП можно развернуть для детализации. Пример фрагмента схемы 10(6) кВ показан ниже:



Для вывода на графику перетоков мощности нужно нажать кнопку  "Настройки графики" на панели графики, в появившемся окне "Настройки схемной графики" в боксе "Отображение результатов расчетов" включить флажки "Актив. перетоки", "Реактив. перетоки". В поле "Умнож." (умножитель) для этих параметров должно быть значение 1000 (по умолчанию размерность мощности – МВт, чтобы перевести в кВт нужно умножить на 1000). Также можно установить количество знаков после запятой (для сетей 10(6) кВ установлено ноль). Пример таких установок показан ниже:

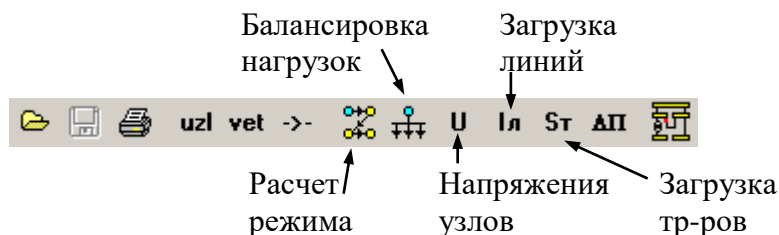


В этом случае перетоки по линиям будут выглядеть следующим образом:

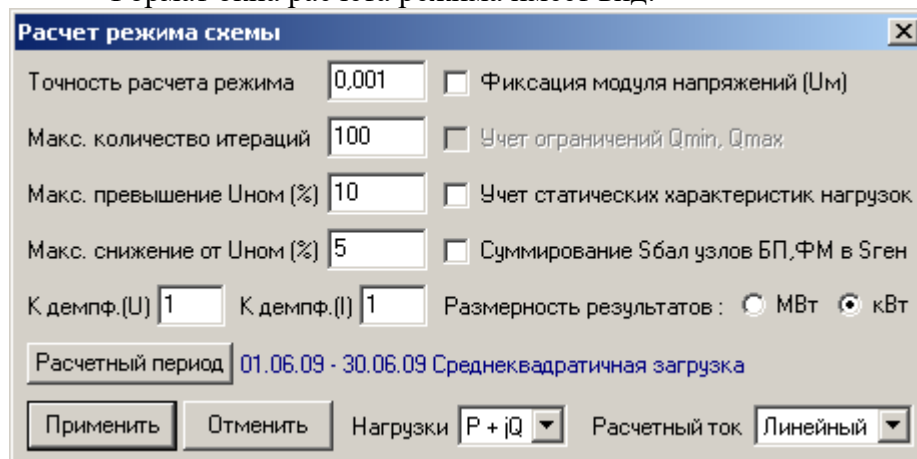


## 5. Расчет и анализ режима

Описание процедуры расчета установившегося режима схемы приведено в п.4.4 инструкции РАОТП. Состав управляющих кнопок на основной панели управления расчета режима, балансировки нагрузок и результирующих таблиц показан ниже:



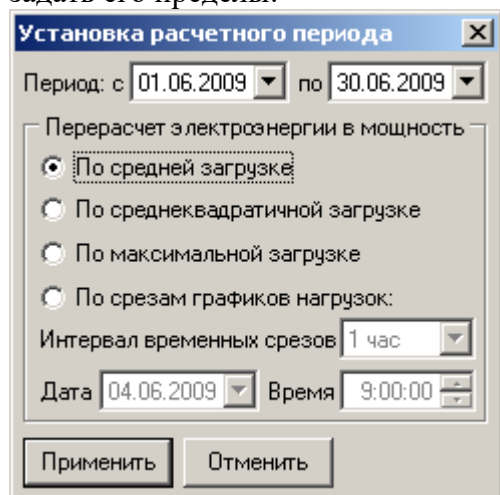
Формат окна расчета режима имеет вид:



Точность расчета режима (0.001) устанавливается для итерационного процесса по напряжениям, но это значение также можно трактовать как точность расчета суммарных потерь (с точностью до 0.001 МВт или до 1 кВт).

В полях "Макс. превышение  $U_{ном}$  (%)" и "Макс. снижение  $U_{ном}$  (%)" задаются пределы по напряжению в процентах для контроля уровней напряжений, например, +10% ... -5%.

Если нагрузка задана замерами электроэнергии, то кнопкой "Расчетный период" нужно задать его пределы:



В боксе "Перерасчет электроэнергии в мощность" как правило устанавливается флажок "По средней нагрузке". Правда при этом потери будут минимальны. При наличии графиков нагрузок в узлах (или в перетоках) можно выполнять варианты расчеты потерь по среднеквадратичной, максимальной нагрузке, или по конкретному срезу. Эти варианты описаны в п. 1.2 инструкции РАОТП. При отсутствии графиков нагрузок любой вариант приведет к расчету по средней нагрузке.

Размерность результатов для схем 10(6) кВ устанавливается в кВт.

Поле "Макс. количество итераций" задается для случаев, когда итерационный процесс не сходится к заданной точности. В этом случае в поле общих характеристик режима выводится итерационный процесс, например:

Схема : Горсеть (Дата расчета: 22.09.2009 10:19:15)  
Узлов=3190 Ветвей=3528 Контуров=5 БП=33 ФМ=0

[Анализ расчетной конфигурации]  
Схема "Горсеть" содержит узлы без питания (48)

**!!!!!! Режим не сходится !!!!!!!**

Итерационный процесс:  
1000,000000 ( 1,325747 )  
0,923704 ( 0,061326 )  
0,806163 ( 0,005680 )  
1,650345 ( 0,000444 )  
0,945165 ( 0,000039 )  
0,849514 ( 0,000003 )  
1,549122 ( 0,000000 )  
0,780263 ( 0,000000 )  
0,689917 ( 0,000000 )  
4,971142 ( 0,000000 )  
.....  
1,516515 ( 0,000000 )  
0,721559 ( 0,000000 )  
Точность расчета : 0,001  
**Невязка по напряжению : 0,721559, узел: 1798 РП410.Т1.04**  
Невязка по конт.токам : 0,000000  
Количество итераций : 100, время расчета: 0:00:00

[Превышены допустимые токи линий]  
Анализ токов выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Загрузка линий" или кнопкой "Iл"

[Превышены допустимые перетоки мощности в трансформаторах]  
Анализ перетоков выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Загрузка тр-ров" или кнопкой "St"

[В схеме завышены напряжения узлов]  
Анализ напряжений выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Напряжения узлов" или кнопкой "U"

[В схеме занижены напряжения узлов]  
Анализ напряжений выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Напряжения узлов" или кнопкой "U"

Потребление	:	170532.827 кВт	125399.620 кВАр
Генерация	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Балансная мощность	:	-156119.492 кВт	-139293.021 кВАр
Потери в схеме	:	10197.971 кВт	26176.384 кВАр
Нагрузочные потери	:	8602.046 кВт	21432.697 кВАр
от актив.перетоков:	:	7141.902 кВт	
от реакт.перетоков:	:	1460.144 кВт	
Потери холост.хода	:	1595.925 кВт	4743.687 кВАр
шунтирующие реакт.:	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
конденсатор. уст.:	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Небаланс в схеме	:	-24611.306 кВт	-12282.983 кВАр

В этом случае причину развала режима нужно искать в узле с наибольшей невязкой по напряжению (строка выделена жирным шрифтом), в данном примере это РП410.Т1.04. Причиной, как правило, является значительно завышенная нагрузка в узле или неправильно установленный расчетный период (например, вместо одного месяца – один день).



В общем случае анализ режима заключается в контроле превышения допустимых значений по четырем составляющим:

"U-" – заниженные уровни напряжения;

"U+" – завышенные уровни напряжения;

"Iл" – превышение допустимых токов линий;

"St" – превышение допустимых перетоков трансформаторов.

Индикаторы этих четырех состояний отражены в нижней правой части окна. При выходе за допустимые пределы индикаторы "загораются" красным цветом, например, **U- U+ Iл St**. Анализ режима выполняется по результирующим таблицам, форматы которых представлены в п.4.6. инструкции РАОТП. Примеры анализа этих таблиц приведены ниже.

**Таблица напряжений узлов** выбирается меню "Режим" → "Напряжения узлов" или кнопкой "U" на панели управления:

Nº	N узла	Наименование	Uном,кВ	Uрасч,кВ	dU, %
1	2948	ТП828 Т1.04	0,4	0,340	-15,1
2	3128	ТП974 Т1.04	0,4	0,356	-10,9
3	3073	ТП924 Т1.04	0,4	0,358	-10,6
4	2989	ТП858 Т1.04	0,4	0,358	-10,6
5	2913	ТП796 Т1.04	0,4	0,359	-10,2
6	2936	ТП816 Т1.04	0,4	0,359	-10,1
7	2935	ТП815 Т1.04	0,4	0,360	-10,1
8	3042	ТП896 Т1.04	0,4	0,360	-10,0
9	3089	ТП940 Т1.04	0,4	0,360	-10,0
10	3062	ТП913 Т1.04	0,4	0,360	-10,0
11	2972	ТП844 Т1.04	0,4	0,360	-10,0
12	2934	ТП814 Т1.04	0,4	0,360	-10,0
13	2937	ТП817 Т1.04	0,4	0,360	-9,9
14	3027	ТП884 Т1.04	0,4	0,361	-9,7
15	2860	ТП758 Т1.04	0,4	0,361	-9,7
16	914	ТП825.1	10	9,063	-9,4
17	917	ТП816.1	10	9,067	-9,3
18	916	ТП924.1	10	9,073	-9,3
19	915	ТП815.1	10	9,075	-9,2
20	913	отп24_2	10	9,084	-9,2
21	912	ТП896.1	10	9,086	-9,1
22	911	отп24_1	10	9,086	-9,1

Статусная строка: Узлов: 3190 Ветвей: 3528 БП: 33 ФМ: 0 Нет питания: 48 Контуров: 5 **U- U+ Iл St**

Значения расчетных напряжений отсортированы по возрастанию их процентных отклонений от номинальных значений. Причиной заниженных напряжений, как правило, является большая протяженность питающих линий или большая нагрузка линий. Для анализа напряжений включается графика схем (кнопка "Графика схем" на панели управления), затем можно выделить группу узлов с самыми низкими напряжениями, и нажать кнопку построения радиуса питания (кнопка на панели графики). В этом случае построятся радиусы питания от всех выделенных узлов. На графике нужно анализировать протяженность и нагрузку отдельных участков схемы (в данном примере нагрузка по линиям показана в амперах).

**Таблица загрузки линий** выбирается меню "Режим" → "Загрузка линий" или кнопкой "Iл" на панели управления. Таблица сортируется от максимальных значений загрузки (в процентах) до минимальных.



№	Начало	Конец	№ линии	Ул.кВ	Марка линии	Грасч	Идоп	I%
1	ЗАВОК3	РП402.2	ЗАВОК3_Ф_5	10	22*АСБ10-185+47*С	258,677	240	107,8
2	ТП994.1	ТП174.1	ЦЕНТР_Ф_3	10	205*ААБ10-95+45*У	200,090	205	97,6
3	РП561.1	ТП889.2	ЦЕНТР_Ф_29	10	400*ААШВ-120	206,842	240	86,2
4	ТП889.1	ТП708.1	ЦЕНТР_Ф_29	10	490*ААШВУ-120	197,605	240	82,3
5	ТП174.1	ТП521.1	ЦЕНТР_Ф_3	10	400*ААБ10-120	192,850	240	80,4
6	ЮЖН_Ф_3	ТП60.2	ЮЖН_Ф_3	10	24*ААБ10-240+195*У	208,413	265	78,6
7	ТП708.1	ТП56.1	ЦЕНТР_Ф_29	10	540*АСБ-120	188,376	240	78,5
8	РП64.2	ТП229.1	ЦЕНТР_Ф_12	10	115*СБ6-70+154*АА	157,756	205	77,0
9	ТП56.1	ТП92.1	ЦЕНТР_Ф_29	10	7*АСБ-150+26*СБ-9	163,821	215	76,2
10	РП337.2	ТП837.1	ЮЖН_Ф_44	10	15*ААБ10-150+10*А	204,023	275	74,2
11	РП35.2	ТП994.1	ЦЕНТР_Ф_3	10	245*ААШВ10-150+2	202,936	275	73,8
12	ТП527.1	ТП2.1	НАБЕР_Ф_7	10	282*ААШВ-120	173,336	240	72,2
13	ТП92.1	ТП194.1	ЦЕНТР_Ф_29	10	31*АСБ-150+64*СБ-	146,432	205	71,4
14	РП61.1	ТП695.1	Ю-ЗАП_Ф_2	10	171*ЩААБУ10-120+	167,776	240	69,9
15	ФОР_Ф_2	ТП468.1	ФОР_Ф_20	10	1090*ААБЛ110-150+	167,301	240	69,7

Токовая перегрузка линии

Значения перегрузки линий больше (или близко к) 100% нужно анализировать на предмет правильности задания сечения проводов, правильности задания нагрузок в узлах, питаемых от этой линии, правильности установки мест разрывов (на линию навешена лишняя нагрузка) и др. Этот анализ удобно выполнять на графике схемы. Для отображения нужного фрагмента включается графика схем (кнопка "Графика схем" на панели управления), двойной щелчок на ячейке таблицы в колонке "Конец" (на РП402.2), текст "РП402.2" попадает в поле ввода на панели графики, затем кнопка "Дерево питания". При этом на графике должно отобразиться дерево питания от ТП402.2. Значение тока на перегруженной линии подкрашено красным цветом.

Допустимые токи считаются по минимальному значению для последовательных участков. Значения допустимых токов приведены в каталоге кабельных и воздушных линий (меню "Каталоги" → "Кабельные, воздушные линии"). Это усредненные значения для определенных условий (температур). При необходимости, можно скорректировать допустимые токи в каталоге, а также в таблице линий 10(6) кВ базы РЭС.

**Таблица загрузки трансформаторов** выбирается меню "Режим" → "Загрузка тр-ров" или кнопкой "Ст" на панели управления. Таблица также сортируется по возрастанию от максимальных значений загрузки трансформаторов (в процентах) до минимальных. Значения больше (близкие к) 100% нужно анализировать на предмет правильности задания нагрузки на трансформаторе этого ТП. В принципе, для этого анализа графику можно не использовать. Для отображения ТП с перегрузом трансформатора нужно включить графику схем (кнопка "Графика схем" на панели управления), двойной щелчок на ячейке таблицы в колонке "Начало" или "Конец" (например, на ТП569.1), текст "ТП569.1" попадает в поле ввода на панели графики, затем кнопка "Очистить фрагмент", затем кнопка "Развернуть подстанцию". При этом на графике должно отображаться развернутое ТП569. Активный и реактивный перетоки мощности подсвечены красным цветом.

№	Начало	Конец	Нтр	Марка тр-ра	Сфакт	Сном	S%
1	TP569.1	TP569.T1.04	T1	TM-180/10/0.4	251,2	180	139,6
2	TP278.1	TP278.T1.04	T1	TM-200/10/0.4	260,7	200	130,4
3	TP501.1	TP501.T1.04	T1	TM-400/10/0.4	491,4	400	122,9
4	TP304.1	TP304.T1.04	T1	TM-315/10/0.4	386,4	315	122,7
5	TP597.2	TP597.T2.04	T2	TM-400/10/0.4	470,4	400	117,6
6	TP70.1	TP70.T1.04	T1	TM-630/10/0.4	735,5	630	116,7
7	TP229.1	TP229.T1.04	T1	TM-250/10/0.4	288,7	250	115,5
8	TP501.2	TP501.T1.04	T2	TM-400/10/0.4	453,8	400	113,5
9	TP767.2	TP767.T2.04	T2	TM-250/10/0.4	277,5	250	111,0
10	TP477.2	TP477.T2.04	T2	TM-400/10/0.4	425,3	400	106,3
11	TP789.1	TP789.T1.04	T1	TM-630/10/0.4	661,9	630	105,1

Перегруз трансформаторов

Анализ потерь мощности в линиях и трансформаторах описан в п.4.6.4 и 4.6.5 инструкции РАОТП. Анализ суммарных потерь приведен в п.4.6.6 инструкции.

## 6. Балансировка нагрузок по заданным перетокам на фидерах

Значение перетоков, по которым нужно выполнить балансировку, задаются в таблице "Заданные перетоки в линиях" (кнопка "->-" на панели управления).

№	N нач	N кон	Начало	Конец	к/н	+/-	Б	T	P->	Q->
31	999999	1681		ЮЖНАЯ.2.10	1	+	1	3	240,0	
32	999999	1693		ЮЖНАЯ.3.10	1	+	1	3	0,0	
33	999999	1734		ЮЖНАЯ.4.10	1	+	1	3	224,0	
34	1	54	ВОСТОЧН.1.10	ВОСТ_Ф_11				3	122,4	
35	1	65	ВОСТОЧН.1.10	ВОСТ_Ф_13				3	52,8	
36	1	90	ВОСТОЧН.1.10	ВОСТ_Ф_15				3	64,0	
37	1	101	ВОСТОЧН.1.10	ВОСТ_Ф_17				3	2,4	
38	1	104	ВОСТОЧН.1.10	ВОСТ_Ф_19				3	62,4	
39	1	2	ВОСТОЧН.1.10	ВОСТ_Ф_3				1	3	102,4
40	1	23	ВОСТОЧН.1.10	ВОСТ_Ф_5				1	3	48,0
41	1	39	ВОСТОЧН.1.10	ВОСТ_Ф_9				1	3	131,2
42	134	166	ВОСТОЧН.2.10	ВОСТ_Ф_10				1	3	72,0

Для сетей 10(6) кВ эта таблица заполняется на этапе формирования расчетной схемы в задаче "База РЭС", и представляет совокупность перетоков по таблицам вводов и фидеров. Фидеры, по которым нужно выполнить балансировку, отмечены в колонке "Б" знаком "0" (на экране это пустое поле), "Б" = 1 – запрет балансировки.

В принципе, задача балансировки выполняется для уточнения нагрузок в узлах за счет их балансировки по известным замерам на линиях. Описание процедуры балансировки нагрузок узлов схемы приведено в п.4.5 инструкции РАОТП. В окне "Балансировка нагрузок" точность

балансировки (как и расчета режима) по умолчанию = 0.001. Тангенс используется для типа загрузки  $P, tg; I, tg; W, tg$  в том случае, когда значение тангенса не указано для перетока. Для записи сбалансированных нагрузок в таблицу узлов нужно включить флаг "Сохранение сбалансированных нагрузок".

После завершения балансировки в нижней части окна выдаются сообщения, например:  
Итераций: 8

Критерий (dS лин) = -0,0126313 + j 0,0080050, модуль = 0,0149542  
Критерий (dS наг) = 0,0000006 + j 0,0000004, модуль = 0,0000007  
Критерий (dU узл) = 0,0000000 + j 0,0000000, модуль = 0,0000000

	Нач. переток	Зад. переток	Рез. переток	
ВОСТОЧН.1.10 - ВОСТ_ф_11	24,5	-> 122,4	-> 122,4	А
ВОСТОЧН.1.10 - ВОСТ_ф_13	80,7	-> 52,8	-> 52,8	А
ВОСТОЧН.1.10 - ВОСТ_ф_15	136,8	-> 64,0	-> 64,0	А
ВОСТОЧН.1.10 - ВОСТ_ф_17	5,2	-> 2,4	-> 5,2	А - небаланс

<<<< Расчет закончен >>>>

Вверху показаны критерии балансировки. Далее приведены значения начальных, заданных и результирующих перетоков по линиям. Следует обратить внимание на большие расхождения в начальных и заданных токах для линий **вост\_ф\_11** и **вост\_ф\_15**. Это может означать, что указанный замер не соответствует заданной конфигурации схемы. При этом вместо уточнения нагрузок, можем получить режим с искаженными нагрузками. На фидере **вост\_ф\_17** имеем небаланс, хотя здесь нельзя говорить о несоответствии конфигурации (начальный и заданный перетоки являются малыми значениями).

**Задачу балансировки нагрузок желательно использовать локально, т.е. для конкретного набора требуемых фидеров, по которым для заданной конфигурации выполнены измерения перетоков.**

После балансировки необходимо по новой выполнить анализ режима (п.5).

## 7. Оптимизация разрывов

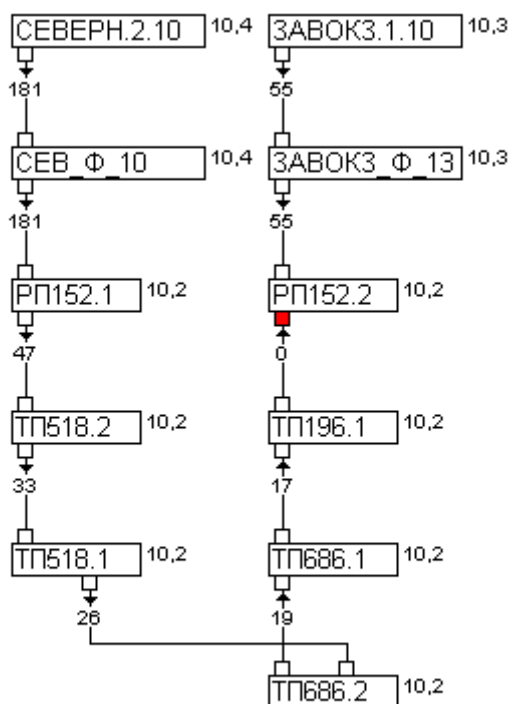
Задача оптимизации мест разрывов представлена в п.4.10.1 инструкции РАОТП. Окно оптимизации представлено ниже:

The screenshot shows a software window titled "Оптимизация разрывов" (Optimization of Breaks). It contains a table with columns for break number, bus numbers, break name, direction, new break, and power loss (dP, кВт). Row 9 is highlighted in blue, indicating the current break (РП152.2).

Below the table is a schematic diagram of the power network. Annotations include:

- Цепочка питания "влево"**: Points to the left side of the diagram.
- Цепочка питания "вправо"**: Points to the right side of the diagram.
- Текущий разрыв**: Points to the highlighted break РП152.2.
- Исходные потери**: Points to the initial power loss value of 4886,0 кВт.
- Величина оптимизации**: Points to the optimization value of 0,0 кВт.
- Индикаторы успешного сдвига, и перегруза по току**: Points to the checkboxes for "dP" and "Перегрузка линии".

На графике разрыв РП152.2 – ТП196.1 и его цепочки питания будут выглядеть так:



Разрыв можно перемещать вручную кнопками ← и →, например сдвиг "вправо" дает положительный эффект:

Оптимизация разрывов

№	Ун	т	к	Разрыв	в сторону	Нов. разрыв	в сторону	dP, кВт
1	10			РП1.1	РП1.2			
2	10			РП108.1	РП170.1			
3	10			РП108.1	ТП107.1			
4	10			РП11.2	РП11.1			
5	10			РП128.2	РП128.1			
6	10			РП149.1	РП39.1			
7	10			РП149.2	РП149.1			
8	10			РП152.2	РП152.1			
9	10			РП152.2	ТП196.1	ТП196.1	ТП686.1	6,0
10	10			РП16.1	РП16.2			

ТП196.1 [X] — [ ] ТП686.1  
 РП152.2  
 ЗАВОКЗ\_Ф\_13  
 ЗАВОКЗ.1.10

← [ ] [ ] →  
 dP = 4880,0 кВт  
 Перегрузка линии:

Оптимизация = 6,0 кВт

Обозначение начала линии (точка разрыва)

Величина оптимизации

следующий сдвиг вправо также успешный:

**Оптимизация разрывов**

Старт    Настройки    Результаты    Печать    Запись    Выход

№	Ун	т	к	Разрыв	в сторону	Нов. разрыв	в сторону	dP,кВт
1	10			РП1.1	РП1.2			
2	10			РП108.1	РП170.1			
3	10			РП108.1	ТП107.1			
4	10			РП11.2	РП11.1			
5	10			РП128.2	РП128.1			
6	10			РП149.1	РП39.1			
7	10			РП149.2	РП149.1			
8	10			РП152.2	РП152.1			
9	10			<b>РП152.2</b>	ТП196.1	ТП686.1	ТП686.2	7,0
10	10			РП16.1	РП16.2			

ТП686.1  —  ТП686.2  
 ТП196.1  
 РП152.2  
 ЗАВОК.З\_Ф\_13  
 ЗАВОК.З.1.10

← →  
 **dP = 4879,0 кВт**  
 Перегрузка линии:

**Оптимизация = 7,0 кВт**  
 Обозначение начала линии (точка разрыва)

ТП518.1  
 ТП518.2  
 РП152.1  
 СЕВ\_Ф\_10  
 СЕВЕРН.2.10

движение продолжается до первого неуспешного сдвига:

**Оптимизация разрывов**

Старт    Настройки    Результаты    Печать    Запись    Выход

№	Ун	т	к	Разрыв	в сторону	Нов. разрыв	в сторону	dP,кВт
1	10			РП1.1	РП1.2			
2	10			РП108.1	РП170.1			
3	10			РП108.1	ТП107.1			
4	10			РП11.2	РП11.1			
5	10			РП128.2	РП128.1			
6	10			РП149.1	РП39.1			
7	10			РП149.2	РП149.1			
8	10			РП152.2	РП152.1			
9	10			<b>РП152.2</b>	ТП196.1	РП152.1	СЕВ_Ф_10	-49,0
10	10			РП16.1	РП16.2			

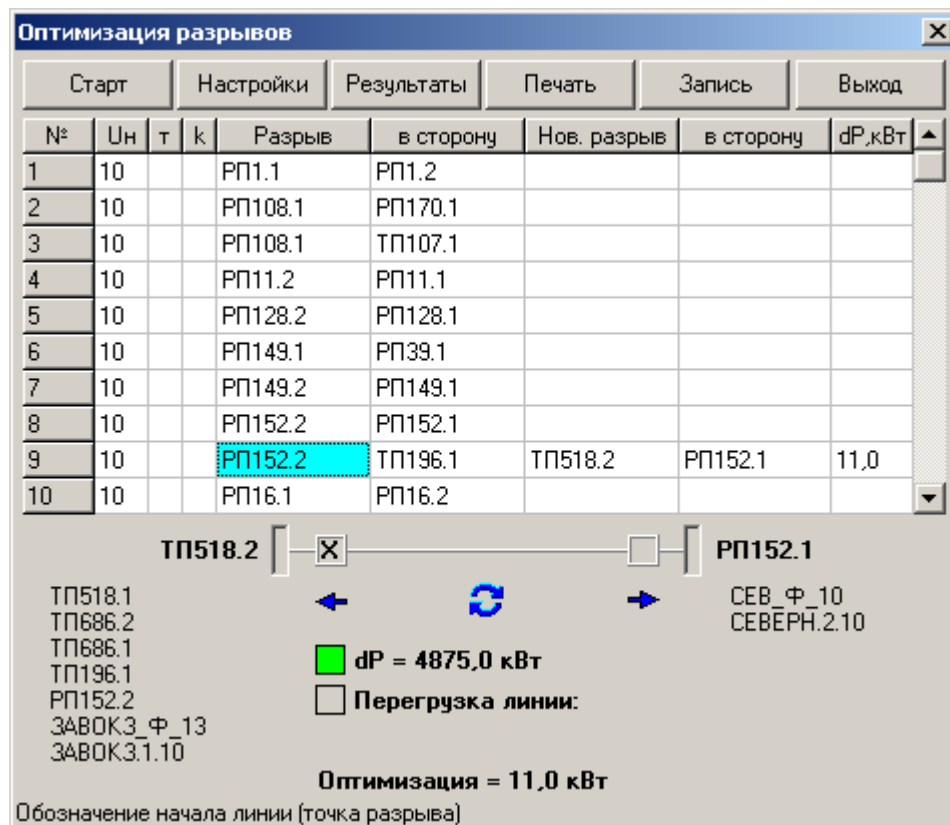
РП152.1  —  СЕВ\_Ф\_10  
 ТП518.2  
 ТП518.1  
 ТП686.2  
 ТП686.1  
 ТП196.1  
 РП152.2  
 ЗАВОК.З\_Ф\_13  
 ЗАВОК.З.1.10

← →  
 **dP = 4935,0 кВт**  
 Перегрузка линии:

**Оптимизация = -49,0 кВт**  
 Обозначение начала линии (точка разрыва)

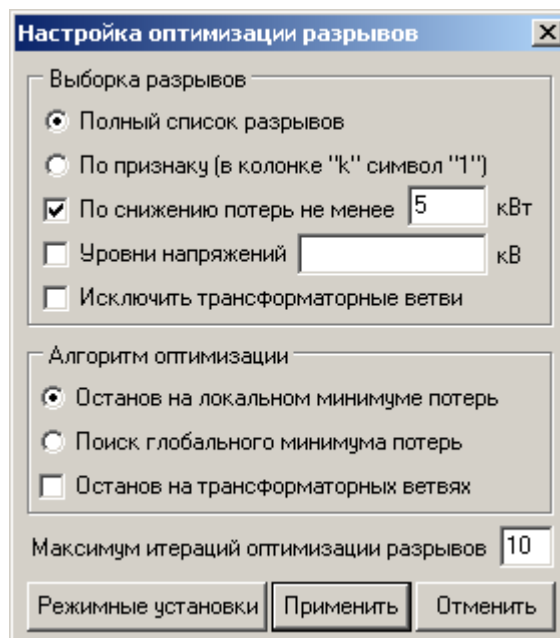
СЕВЕРН.2.10

и возвратом на шаг назад ("влево"):



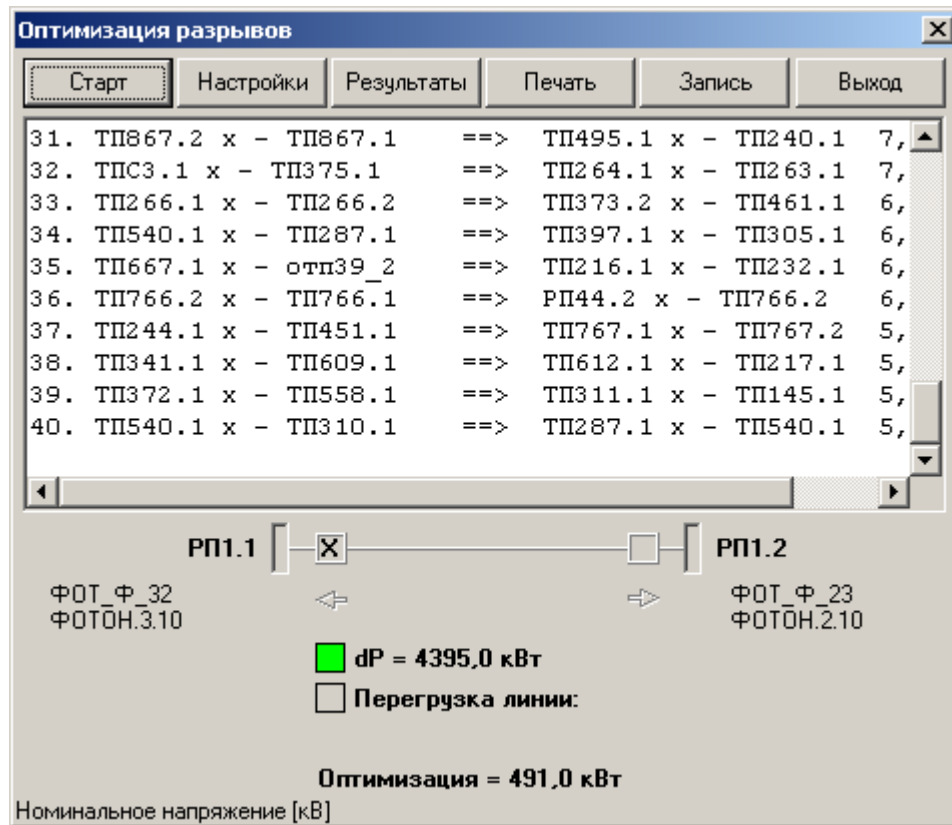
Таким образом перемещение разрыва РП152.2 – ТП196.1 в позицию ТП518.2 – РП152.1 дает уменьшение потерь на 11 кВт.

Такой же процесс можно запустить в автоматическом режиме, нажав кнопку "Старт". Перед запуском в автомате необходимо установить ряд настроек кнопкой "Настройки":



Параметры настроек показаны в п.4.10 инструкций РАОТП. Для схем 10(6) кВ нужно установить настройки, как показано в окне "Настройка оптимизации разрывов". Параметр "По снижению потерь не менее" можно устанавливать произвольно.

Для запуска в автомате нужно нажать кнопку "Старт". После завершения оптимизации выдается окно с результатами:



Результаты выводятся на печать кнопкой "Печать". На примере видно, что предлагается изменить 40 положений разрывов, из которых каждый в отдельности дает оптимизацию не меньше заданных 5 кВт, а в сумме – 491 кВт.

Конечное состояние оптимизированных разрывов не однозначно. Если выполнять сдвиги разрывов в разной последовательности, то и результат может быть разным (эта разница, как правило, незначительна, но хотелось бы иметь однозначный результат). Поэтому, перед оптимизацией, программа выполняет предварительный проход по всем разрывам, определяет эффект (оптимизацию) от каждого в отдельности, и выполняет сортировку по этому эффекту. То есть самыми первыми оптимизируются разрывы дающие наибольший эффект. Пример такой оптимизации показан ниже:

Список оптимизированных разрывов:

1.	ТП789.1 x - отп23_3	==>	ТП758.1 x - отп23_1	72,0 кВт
2.	ТП867.2 x - ТП867.1	==>	ТП495.1 x - ТП240.1	14,0 кВт
3.	ТП567.2 x - ТП1005.1	==>	С3.1 x - С3.2	9,0 кВт
4.	ТП80.1 x - ТП180.1	==>	ТП180.1 x - ТП60.1	8,0 кВт
5.	ТПС30.1 x - ТП480.2	==>	ТП293.1 x - ТП325.1	9,0 кВт
6.	ТП470.2 x - ТП471.1	==>	ТП494.1 x - ТП494.2	9,0 кВт
7.	ТП816.1 x - отп25_1	==>	ТП783.1 x - отп25_4	10,0 кВт
8.	ТП672.3 x - ТП545.1	==>	ТП224.2 x - РП214.1	7,0 кВт
9.	ТП404.2 x - ТП404.1	==>	ТП272.1 x - ТП404.2	6,0 кВт
10.	ТП527.2 x - ТП527.1	==>	НАВЕР_Ф_7 x - НАВЕРЕЖ.1.10	6,0 кВт
11.	ТП121.2 x - ТП716.2	==>	ТП461.1 x - ТП373.2	6,0 кВт

Сортировка по спаданию эффектов выдерживается не строго (72, 14, 9, 8, 9, 9, 10 ... кВт) так как эффект от изменения очередного разрыва получен не отдельно, а с учетом оптимизации верхних по списку разрывов. Если на практике перемещать только отдельные разрывы из полученного списка, то для получения ожидаемого эффекта нужно оптимизировать их отдельно.

Все предложенные изменения нужно детально анализировать, перепроверять нагрузки и перетоки в районе данных разрывов. По выбранному составу разрывов нужно выполнить измерения нагрузок и перетоков в текущем времени, задать их в базу РЭС и провести оптимизацию именно этого состава разрывов. После этого можно говорить о реальном эффекте от изменения мест этих разрывов.

## 8. Оптимизация разрывов сети 10(6)/0.4 кВ РЭС ПАО "Хмельницоблэнерго"

Для оптимизации выбраны четыре района ПАО "Хмельницоблэнерго" – Каменец-Подольский город, Каменец-Подольский район, Хмельницкий город, Хмельницкий район.

### 8.1. Каменец-Подольский город

В схеме сети Каменец-Подольский город преобладают кабельные линии. Класс напряжения сети – 10 кВ. Фрагмент таблицы линий 10(6) кВ приведен ниже:

п	Ун	Начало	Конец	к	Тип	Параметры линий	А	Принадлеж.	Ком. ап. нач.	Ком. ап. кон.
П	10	ЗЛМК.4.10	Ф-101							
+	10	Ф-101	ЗТП-164.1	Н		1500*ААБ-95	Р			
+	10	Ф-101	ЗТП-322.2			2400*ААБЛУ-120	А	ТзОВ "Епіцентр"		
+	10	ЗТП-164.1	ЗТП-67.1			300*ААШВ-95	А			
+	10	ЗТП-67.1	ЗТП-97.1			800*ААБ-95	А			
+	10	ЗТП-164.1	ЗТП-131.1			350*ААБ-120	А			
+	10	ЗТП-164.1	ЗТП-62.1			800*ААШВ-50	А			
+	10	ЗТП-164.1	КТПГС-309			350*ААШВ-50	А			
П	10	ПВДЕННА.2.10	Ф-12							
+	10	Ф-12	1			1700*АСБ-240	Р			
+	10	1	КТП-284			1340*АС-95	Р			
+	10	КТП-284	1-17В			300*АС-95	Р			
+	10	1-17В	ЗТП-208.2	К		90*АСБ-150	А			
+	10	ЗТП-208.2	ЗТП-208.1			150*ААБ-95	А			
+	10	ЗТП-208.2	ЗТП-19.2			350*ААШВ-95	Р			
+	10	ЗТП-19.1	11			540*АСБ-95	А			
+	10	11	ЗТП-157.2	К		10*АСБ-95	А			
+	10	РП-24	ЗТП-157.2			850*ААБ-50	А	КП"Міськтепло водосенергія"		
+	10	11	ЗТП-198.2			50*ААШВ-120	Р			
+	10	КТП-284	КТП-277.1			1148*АСБ-120	Р			
+	10	КТП-277.1	20			307*АС-95	Р			
+	10	20	31			70*АСБ-150	Р			
+	10	31	2-33В			80*АС-95	Р			
+	10	2-33В	ЗТП-29.2			35*АСБ-70	А			
+	10	ЗТП-29.1	ЗТП-29.2							
+	10	ЗТП-29.1	ЗТП-49.1			172*АСБ-70	Р			
+	10	ЗТП-49.1	ЗТП-136.1			200*АСБ-70	А			
+	10	ЗТП-136.1	КТПГС-23			170*ААШВ-35	А	ТзОВ"Гардеріка"		
+	10	ЗТП-264.1	ЗТП-153.1			640*ААБ-120	Р			
+	10	ЗТП-153.1	ЗТП-153a.1			10*ААШВ-120	А			
+	10	ЗТП-153.1	66			680*ААБ-120	А			
+	10	66	ЗТП-72.1			130*ААШВ-95	Р			
+	10	ЗТП-72.1	ЗТП-72.2							
+	10	ЗТП-72.1	ЗТП-170.1			340*ААБ-70	А			
+	10	ЗТП-170.1	ЗТП-170.2							
+	10	ЗТП-72.1	ЗТП-287.2			460*ААБ-120	А	Фаворит		
+	10	ЗТП-287.2	ЗТП-287.1							
+	10	ЗТП-287.1	ЗТП-71.1			828*ААБ-120	А	Фаворит		
+	10	ЗТП-71.1	РП-14.1	К		520*ААБ-185	Р			
+	10	2-33В	42			960*АС-95	Р			
+	10	42	РП-2.1	К		93*АСБ-70	Р			
+	10	ЗТП-198.2	ЗТП-160.1	К		75*ААШВ-120	А			
+	10	ЗТП-160.1	ЗТП-37.1	К		920*АСБ-95	А			



+	10	ЗТП-160.1	ЗТП-204.1			55*ААШВ-120	Р		
+	10	ЗТП-204.1	ЗТП-204.2						
+	10	ЗТП-198.2	ЗТП-198.1						
+	10	ЗТП-198.2	ЗТП-204.2	К		77*ААБ-120	Р		
+	10	ЗТП-198.2	ЗТП-241.2			40*ААБ-95	Р		
+	10	ЗТП-241.2	ЗТП-241.1				Р		
+	10	ЗТП-241.1	ЗТП-18.1	К		780*АСБ-95	Р		
+	10	ЗТП-198.2	ЗТП-139.1	К		100*ААБ-95	А		
+	10	ЗТП-139.1	ЗТП-139.2				А		
+	10	ЗТП-139.1	ЗТП-39.1			263*АСБ-95	Р		
+	10	ЗТП-139.1	ЗТП-16.2			220*АСБ-95	А		
+	10	ЗТП-16.2	ЗТП-16.1				Р		
+	10	ЗТП-16.1	ЗТП-42.1			300*АСБ-95	Р		
+	10	ЗТП-42.1	ЗТП-42.2				Р		
+	10	ЗТП-42.2	ЗТП-201.1			900*ААБ-50	А		
+	10	ЗТП-201.1	ЗТП-201.2				А		
+	10	ЗТП-19.2	ЗТП-19.1				А		
+	10	ЗТП-157.2	ЗТП-157.1				А		
+	10	ЗТП-49.1	ЗТП-264.1			1100*ААБ-70	А		
+	10	ЗТП-49.1	ЗТП-49.2						
+	10	ЗТП-201.1	КТПГС-315.1			100*АСБ-70	А		
+	10	КТПГС-315.1	КТПГС-315.2				А		
Π	10	ΠΒΝΙΧΝΑ.2.10	Φ-15						
+	10	Φ-15	ΡΠ-5.1			1600*ААШВ-120	Р		
+	10	ΡΠ-5.1	ЗТП-46.2	К		400*АСБ-95	Р		
+	10	ΡΠ-5.1	ЗТП-10.1			460*ААШВ-95	Р		
+	10	ЗТП-10.1	ЗТП-226.1	Н		800*ААБ-95	Р		
+	10	ΡΠ-5.1	ЗТП-226.2			400*ААБ-95	Р		
+	10	ЗТП-226.2	ЗТП-226.1						
+	10	ЗТП-10.1	ЗТП-175.1			100*ААБ-95	Р		
+	10	ЗТП-175.1	ЗТП-166.1			600*ААШВ-95	Р		
+	10	ЗТП-166.1	ЗТП-166.2						
+	10	ЗТП-166.1	ΡΠ-6.1			600*ААШВ-95	Р		
+	10	ΡΠ-6.1	ΡΠ-6.2	К					
+	10	ΡΠ-6.1	Л-62						
+	10	ΡΠ-6.1	ΡΠ-6.3						
+	10	ΡΠ-6.3	ЗТП-112.2			340*ААШВ-95	Р		
+	10	ЗТП-112.1	ЗТП-112.2						
+	10	ЗТП-112.1	ЗТП-34.2	К		400*АСБ-95	Р		
+	10	ЗТП-112.2	ЗТП-101.1	К		500*АСБ-185	Р		
+	10	ЗТП-101.1	ЗТП-100.1			200*АСБ-95	Р		
+	10	ЗТП-100.1	ЗТП-123.1			350*АСБ-95	Р		
+	10	ЗТП-100.1	ΡΠ-2.1	К		350*АСБ-95	Р		
+	10	ΡΠ-6.2	Л-61						
+	10	ΡΠ-2.1	ΡΠ-2.2	К					
+	10	Л-62	ЗТП-142.1			300*ААШВ-95	Р		
+	10	ЗТП-142.1	ЗТП-142.2						
+	10	ЗТП-142.1	ЗТП-176.2			250*ААШВ-95	Р		
+	10	ЗТП-176.2	ЗТП-176.1						
+	10	ЗТП-176.2	ЗТП-123.1	К		200*АСБ-95	Р		
+	10	ЗТП-123.1	КТПГс-327.1			200*ААБЛ-120	А	Рокор-ЛТД	
+	10	КТПГс-327.1	КТПГс-327.2						
+	10	КТПГс-327.2	ЗТП-126.1	Н		220*ААБЛ-120	А	Рокор-ЛТД	
+	10	ЗТП-176.1	ЗТП-221.1	К		220*АСБ-95	Р		
+	10	ЗТП-221.1	ЗТП-221.2						
+	10	ЗТП-101.1	ЗТП-142.1			330*ААШВ-70	Р		

...

В таблице трансформаторов ТП, РП сформированы замеры по трансформаторам 10/0.4 кВ в виде измерений электроэнергии за отчетный месяц. Данные замеров зачисляются в таблицу трансформаторов ТП, РП выбором меню "Абоненты" → "Формирование загрузки ТП".

В этом окне устанавливаются средние тангенсы для промышленных и бытовых потребителей (приняты соответственно 0,5 и 0,2) а также определены условия автоматического отключения незагруженных или слабозагруженных трансформаторов 10/0.4 кВ.

**Формирование загрузки ТП,РП**

Средний tg(φ) промышленных абонентов

Средний tg(φ) бытовых абонентов

Распределение загрузки по фидерам 0.4 кВ

Пропорционально суммарным длинам линий

Пропорционально главным сечениям линий

Анализ загрузки ТП,РП

Отключать тр-ры с нулевой загрузкой ( $W_{тр} = 0$ )

Отключать неравномерно загруженные тр-ры, при соотношении  $W_{Ртр} / W_{Ртп}$  меньше  %

Значения электроэнергии промышленных и бытовых потребителей импортируются из баз абонентских компьютерных комплексов ПАО "Хмельницоблэнерго".

Фрагмент таблицы трансформаторов ТП, РП приведен ниже:

ТП,РП (ВН)	ТП,РП (НН)	Nтр	k	ШСВ (НН)	Трансформатор	U	T	Rнаг	Qнаг	Rген	Qген	A
ЗТП-10.1	ЗТП-10.Т1.04	T1			ТМ-250/10/0.4		-4	22519	5660,6			
ЗТП-100.1	ЗТП-100.Т1.04	T1			ТМ-400/10/0.4		-4	64082	21039,1			
ЗТП-101.1	ЗТП-101.Т1.04	T1			ТМ-250/10/0.4		-4	29227	9209,3			
ЗТП-102.1	ЗТП-102.Т1.04	T1			ТМ-200/10/0.4		-4	19908	7067,1			
ЗТП-103.1	ЗТП-103.Т1.04	T1			ТМ-180/10/0.4		-4	2526	1129,2			A
ЗТП-104.1	ЗТП-104.Т1.04	T1			ТМ-160/10/0.4		-4	16560	4782,3			
ЗТП-105.1	ЗТП-105.Т1.04	T1			ТМ-160/10/0.4		-4	33392	9862,9			
ЗТП-106.1	ЗТП-106.Т1.04	T1			ТМ-400/10/0.4		-4	97615	30584,6			
ЗТП-106.2	ЗТП-106.Т2.04	T2	K	ЗТП-106.Т1.04	ТМ-400/10/0.4		-4	16336	3272,9			
ЗТП-107.1	ЗТП-107.Т1.04	T1			ТМ-250/10/0.4							C
ЗТП-108.1	ЗТП-108.Т1.04	T1			ТМ-200/10/0.4		-4	3875	1937,5			A
ЗТП-109.1	ЗТП-109.Т1.04	T1	K	ЗТП-109.Т2.04	ТМ-630/10/0.4		-4	95758	47879			A
ЗТП-109.2	ЗТП-109.Т2.04	T2			ТМ-630/10/0.4							A
ЗТП-11.1	ЗТП-11.Т1.04	T1			ТМ-400/10/0.4		-4	48008	10611,1			
ЗТП-110.1	ЗТП-110.Т1.04	T1			ТМ-100/10/0.4		-4	100	50			A
ЗТП-112.1	ЗТП-112.Т1.04	T1			ТМ-160/10/0.4		-4	23399	7456,3			
ЗТП-112.2	ЗТП-112.Т2.04	T2	K	ЗТП-112.Т1.04	ТМ-315/10/0.4		-4	5408	2704			
ЗТП-113.1	ЗТП-113.Т1.04	T1			ТМ-315/10/0.4		-4	16903	7148,6			
ЗТП-113.2	ЗТП-113.Т2.04	T2	K	ЗТП-113.Т1.04	ТМ-250/10/0.4		-4	18224	5667,4			
ЗТП-114.1	ЗТП-114.Т1.04	T1			ТМ-320/10/0.4		-4	20637	5676,9			A
ЗТП-115.1	ЗТП-115.Т1.04	T1			ТМ-160/10/0.4		-4	4140	2070			A
ЗТП-117.1	ЗТП-117.Т1.04	T1			ТМ-250/10/0.4		-4	4782	2328			
ЗТП-118.1	ЗТП-118.Т1.04	T1			ТМ-400/10/0.4		-4	4620	2310			A
ЗТП-119.1	ЗТП-119.Т1.04	T1			ТМ-400/10/0.4		-4	2131	1065,5			A
ЗТП-12.1	ЗТП-12.Т1.04	T1			ТМ-560/10/0.4		-4	3446	1723			A
ЗТП-120.1	ЗТП-120.Т1.04	T1			ТМ-100/10/0.4		-4	10886	5443			A
ЗТП-121.1	ЗТП-121.Т1.04	T1			ТМ-400/10/0.4		-4					A
ЗТП-122.1	ЗТП-122.Т1.04	T1			ТМ-250/10/0.4		-4	73626	22917,3			
ЗТП-122.2	ЗТП-122.Т2.04	T2	K	ЗТП-122.Т1.04	ТМ-250/10/0.4							
ЗТП-123.1	ЗТП-123.Т1.04	T1			ТМ-250/10/0.4		-4	38945	9488,8			
ЗТП-124.1	ЗТП-124.Т1.04	T1			ТМ-400/10/0.4		-4	12975	4859,4			
ЗТП-124.2	ЗТП-124.Т2.04	T2	K	ЗТП-124.Т1.04	ТМ-400/10/0.4		-4	7181	3298,9			
ЗТП-125.1	ЗТП-125.Т1.04	T1			ТМ-250/10/0.4		-4	47458	13736			
ЗТП-126.1	ЗТП-126.Т1.04	T1			ТМ-400/10/0.4		-4	76506	22163,1			
ЗТП-126.2	ЗТП-126.Т2.04	T2	K	ЗТП-126.Т1.04	ТМ-630/10/0.4		-4	15130	5120			
ЗТП-127.1	ЗТП-127.Т1.04	T1			ТМ-250/10/0.4		-4	8021	3230,2			
ЗТП-127.2	ЗТП-127.Т2.04	T2	K	ЗТП-127.Т1.04	ТМ-250/10/0.4		-4	2476	1238			

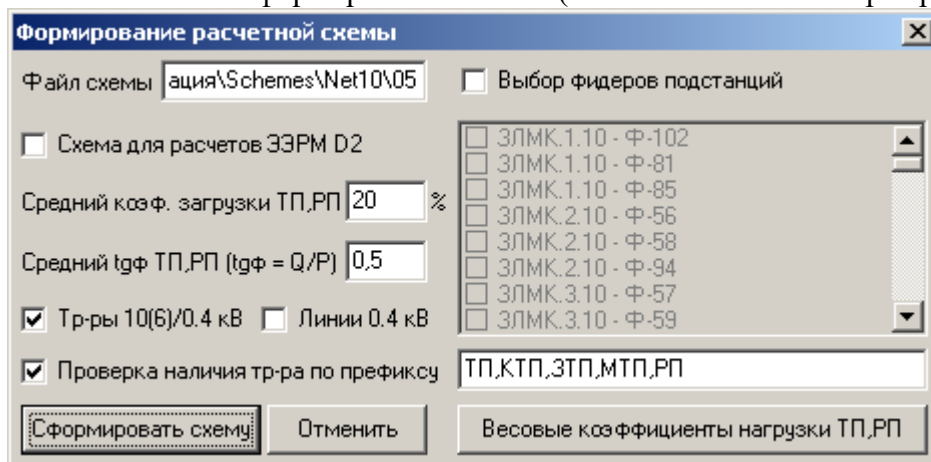
ЗТП-128.1	ЗТП-128.Т1.04	Т1			ТМ-250/10/0.4		-4	6480	3240						A
ЗТП-129.1	ЗТП-129.Т1.04	Т1			ТМ-400/10/0.4		-4	14512	4688,6						A
ЗТП-129.2	ЗТП-129.Т2.04	Т2	К	ЗТП-129.Т1.04	ТМ-400/10/0.4		-4	16826	8413						A
ЗТП-13.1	ЗТП-13.Т1.04	Т1			ТМ-315/10/0.4		-4	48643	21180,2						
ЗТП-130.1	ЗТП-130.Т1.04	Т1			ТМ-250/10/0.4		-4	15406	4947,8						
ЗТП-131.1	ЗТП-131.Т1.04	Т1			ТМ-630/10/0.4		-4	2280	1140						A
ЗТП-132.1	ЗТП-132.Т1.04	Т1			ТМ-250/10/0.4		-4	16599	8299,5						A
ЗТП-133.1	ЗТП-133.Т1.04	Т1			ТМ-630/10/0.4		-4	28515	10995,9						
ЗТП-133.2	ЗТП-133.Т2.04	Т2	К	ЗТП-133.Т1.04	ТМ-630/10/0.4		-4	32149	16074,5						
ЗТП-134.1	ЗТП-134.Т1.04	Т1			ТМ-250/10/0.4		-4	6649	3279,8						
ЗТП-135.1	ЗТП-135.Т1.04	Т1			ТМ-400/10/0.4		-4	4121	2060,5						A
ЗТП-135.2	ЗТП-135.Т2.04	Т2	К	ЗТП-135.Т1.04	ТМ-400/10/0.4		-4	1020	510						A
ЗТП-136.1	ЗТП-136.Т1.04	Т1			ТМ-250/10/0.4		-4	44526	22263						A
ЗТП-137.1	ЗТП-137.Т1.04	Т1			ТМ-200/10/0.4										A
ЗТП-139.1	ЗТП-139.Т1.04	Т1			ТМ-320/10/0.4										A
ЗТП-139.2	ЗТП-139.Т2.04	Т2	К	ЗТП-139.Т1.04	ТМ-320/10/0.4										A
ЗТП-14.1	ЗТП-14.Т1.04	Т1	К		ТМ-200/10/0.4										A
ЗТП-14.2	ЗТП-14.Т2.04	Т2		ЗТП-14.Т1.04	ТМ-315/10/0.4										A
ЗТП-140.1	ЗТП-140.Т1.04	Т1			ТМ-250/10/0.4		-4	45888	10488						
ЗТП-140.2	ЗТП-140.Т2.04	Т2	К	ЗТП-140.Т1.04	ТМ-250/10/0.4		-4	3217	1608,5						
ЗТП-141.1	ЗТП-141.Т1.04	Т1			ТМ-320/10/0.4		-4	40948	17412,8						A
ЗТП-142.1	ЗТП-142.Т1.04	Т1			ТМ-250/10/0.4		-4	77047	20187,2						
ЗТП-142.2	ЗТП-142.Т2.04	Т2	К	ЗТП-142.Т1.04	ТМ-400/10/0.4		-4	4555	2277,5						
ЗТП-143.1	ЗТП-143.Т1.04	Т1	Р	ЗТП-143.Т2.04	ТМ-630/10/0.4		1 -4								A
ЗТП-143.2	ЗТП-143.Т2.04	Т2		ЗТП-143.Т1.04	ТМ-630/10/0.4		1 -4	35000	17500						A

...

По данным замеров часть трансформаторов отключена (признак "К", "Р" в колонке коммутаций "к"). В ЗТП-143 измерение задано на высокой стороне трансформатора (признак "1" в колонке "U"). Следует отметить, что в указанных замерах есть множество недостающих данных (строки с пустыми нагрузками). Для таких ТП, РП будет принят одинаковый коэффициент загрузки трансформаторов (принят равным 20%). Этот коэффициент загрузки можно задавать произвольно, в том числе для отдельных ТП (при типе нагрузки "Т" = 0 в колонке "Pнаг" задается коэффициент загрузки тр-ра в процентах, например, 20, 30, 40 и др.).

Сформированы таблицы вводов и фидеров по замерам технического учета электроэнергии за отчетный месяц. В таблице вводов приведены напряжение и замер электроэнергии по каждому вводу. В таблице фидеров приведены значения замеров электроэнергии по фидерам. Для балансировки нагрузок можно установить признаки балансировки (символ "Б") в колонка "Б". Таблицы вводов и фидеров показаны ниже.

Выполним формирование схемы (меню "Схема" → "Формирование схемы"):



В нижней части окна выдаётся информация об ошибках набора в секции [Формирование схемы], наличии узлов без питания и замкнутых контуров в секции [Контроль конфигурации], и общая информация о количестве узлов, ветвей и балансирующих пунктах (БП) после строки "<<<<< Импорт данных завершён >>>>>".

[Формирование схемы]

Не задан тр-тор в узле: РП-10.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-12.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-14.1  
Не задан тр-тор в узле: РП-15.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-16.1  
Не задан тр-тор в узле: РП-16.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-16.3  
Не задан тр-тор в узле: РП-19.1  
Не задан тр-тор в узле: РП-19.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-2.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-22.1  
Не задан тр-тор в узле: РП-22.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-22.3  
Не задан тр-тор в узле: РП-22.4  
Не задан тр-тор в узле: РП-4.1  
Не задан тр-тор в узле: РП-4.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-6.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-6.3  
Не задан тр-тор в узле: РП-7.2  
Не задан тр-тор в узле: РП-8.3

[Контроль конфигурации]

Схема "05" содержит узлы без питания (22)

ЗТП-56.Т2.04  
РП-16.3  
ЗТП-15\_ЗТМ.Т1.04  
ЗТП-147.Т1.04  
ЗТП-14.Т1.04  
ЗТП-56.Т1.04  
КТП-2ПРИЛАД.Т1.04  
ЗТП-15\_ЗТМ.Т2.04  
МАЯК\_ГЕС.Т2.04  
РП-3.Т1.04  
КТП-323.Т3.04  
КТП-6ПРИЛАД.Т1.04  
КТП-6ПРИЛАД  
РП-20.Т1.04  
МАЯК\_ГЕС.Т1.04  
РП-3.Т2.04  
РП-9.Т1.04  
КТП-323.3  
КТП-2ПРИЛАД.Т2.04  
КТП-323.Т4.04  
РП-13.2  
РП-20.Т2.04

<<<<< Импорт данных завершен >>>>>

Узлов = 1488

Ветвей = 1799

Узлов ВП = 6

Контроль уровней напряжений, токов линий, загрузки трансформаторов выполняется меню "Режим" → "Расчет режима схемы":

В окне расчета режима следует обратить внимание на установку границ по напряжению (поля "Макс. превышение Uном" и "Макс. снижение Uном"), размерность результатов, установить расчетный период (например, 01.10.2012 – 31.10.2012) и задать вариант перерасчета электроэнергии в мощность (например – "Средняя загрузка", т.е. значение электроэнергии делится на число часов в расчетном периоде). После расчета режима имеем **общие характеристики**:

Схема : 05 (Дата расчета: 15.12.2012 15:28:08)  
Узлов=1488 Ветвей=1799 Контуров=0 ВП=6 ФМ=0

[Анализ расчетной конфигурации]  
Схема "05" содержит узлы без питания (22)

Точность расчета : 0,001  
Невязка по напряжению : 0,000620, узел: 603 ЗТП-92.2  
Количество итераций : 4, время расчета: 0:00:00

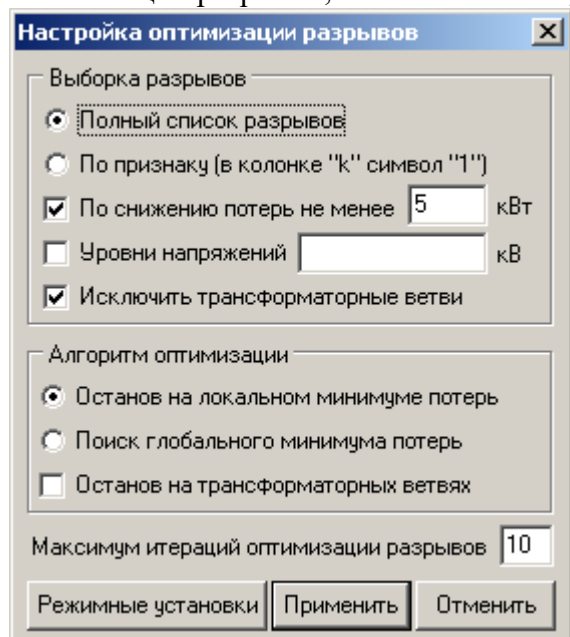
[В схеме завышены напряжения узлов]  
Анализ напряжений выполняется в таблице выбором меню "Режим" – "Напряжения узлов" или кнопкой "U"

Потребление	: 24794.932 кВт	10643.409 кВАр
Генерация	: -118.952 кВт	0.000 кВАр
Балансная мощность	: -25624.692 кВт	-11178.852 кВАр
Потери в схеме	: 948.714 кВт	535.444 кВАр
Нагрузочные потери	: 203.603 кВт	290.122 кВАр
от актив.перетоков:	165.333 кВт	
от реакт.перетоков:	38.270 кВт	
Потери холост.хода	: 745.111 кВт	245.322 кВАр
шунтирующие реакт.:	0.000 кВт	0.000 кВАр
конденсатор. уст.:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Небаланс в схеме	: -0.002 кВт	-0.001 кВАр

Режим сошелся за 4 итерации. Точность 0.001 можно трактовать как точность суммарных потерь до 0.001 МВт или до 1 кВт. Узел с наибольшей невязкой по напряжению – ЗТП-92.2.

В схеме есть узлы с завышенными уровнями напряжений (в данном случае больше 10% от номинального напряжения). Потребление по всем узлам схемы составило **25468** кВт, генерация – **119** кВт. От балансирующих узлов принято **26340** кВт (балансная мощность). Суммарные потери составили **992** кВт, в том числе нагрузочные потери = 222 кВт, потери холостого хода = 770 кВт, т.е. **схема является слабозагруженной**. Потери от передачи активной мощности составили 180 кВт, от передачи реактивной мощности – 42 кВт.

Для оптимизации разрывов выбираем меню "Оптимизация" → "Места разрывов". В окне оптимизации разрывов, нажимаем кнопку "Настройки" и устанавливаем флаги:



Минимальный эффект от оптимизации одного разрыва принят 5 кВт. Устанавливаем флаг "Исключить трансформаторные ветви" чтобы исключить из списка разрывы на стороне 0.4 кВ трансформаторов. Алгоритм оптимизации – "Останов на локальном минимуме", так как в нашей схеме локальные минимумы совпадают с глобальными, а быстрдействие этого алгоритм лучше чем "поиск глобального минимума потерь".

Запускаем оптимизацию в автоматическом режиме кнопкой "Старт". Оптимизация разрывов дала следующие результаты:

Итерационный процесс:

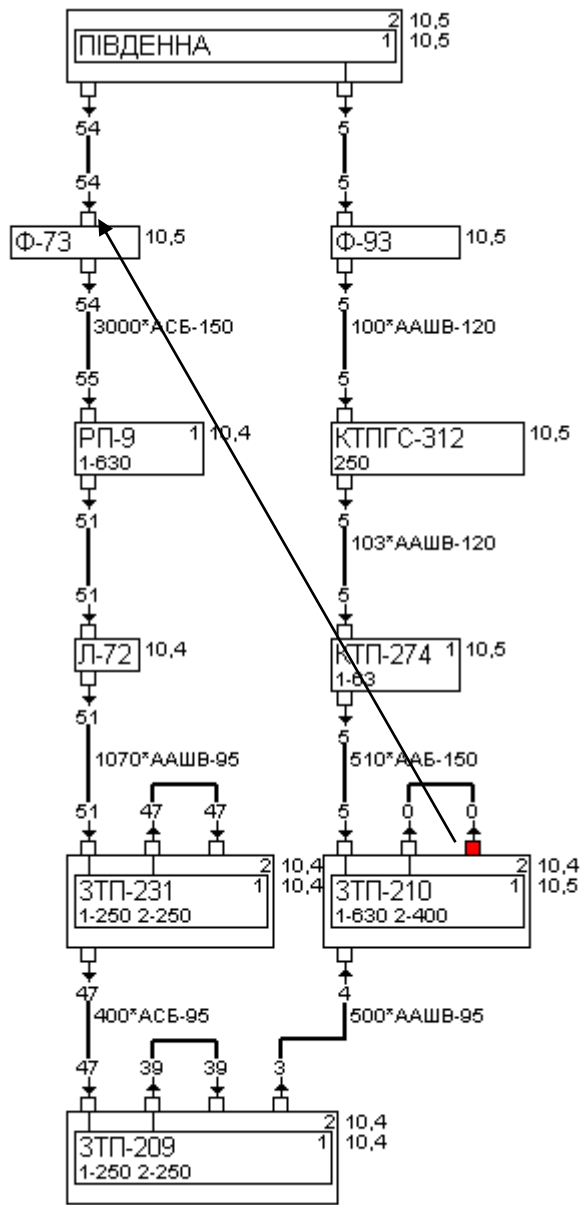
0. dP = 949,0 кВт  
 1. dP = 915,0 кВт  
 2. dP = 915,0 кВт  
 Оптимизация = 34,0 кВт

Список оптимизированных разрывов:

1. ЗТП-70.1 x - ЗТП-70.2	==>	Л-15 x - ЗТП-100.1	23,0 кВт
2. ЗТП-58.1 x - ЗТП-133.1	==>	РП-2_Н.2 x - Л-47	5,0 кВт
3. ЗТП-210.2 x - ЗТП-210.1	==>	ПВДЕННА.2.10 x - Ф-73	6,0 кВт

**Суммарный эффект от оптимизации составил 34 кВт (3,6% от исходных потерь 949 кВт).**

Естественно, результаты оптимизации нужно детально анализировать, например, при анализе позиции 3 (зтп-210.2 x - зтп-210.1 ==> пвденна.2.10 x - ф-73 6,0) необходимо уточнить марки и длины по фидерам Ф-73, Ф-93 и замеры по этим фидерам (см.рис.).



## 8.2. Каменец-Подольский район

Расчет исходного режима дает результаты:

### [Превышены допустимые перетоки мощности в трансформаторах]

Анализ перетоков выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Загрузка трансформаторов" или кнопкой "St"

### [В схеме завышены напряжения узлов]

Анализ напряжений выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Напряжения узлов" или кнопкой "U"

### [В схеме занижены напряжения узлов]

Анализ напряжений выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Напряжения узлов" или кнопкой "U"

Потребление	:	22938.707 кВт	8485.597 кВАр
Генерация	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Балансная мощность	:	-24210.225 кВт	-12262.902 кВАр
<b>Потери в схеме</b>	:	<b>1271.544 кВт</b>	<b>3777.313 кВАр</b>
Нагрузочные потери	:	801.012 кВт	801.426 кВАр
от актив.перетоков:	:	651.665 кВт	
от реакт.перетоков:	:	149.347 кВт	
Потери холост.хода	:	470.532 кВт	2975.887 кВАр
шунтирующие реакт.:	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
конденсатор. уст.:	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Небаланс в схеме	:	-0.026 кВт	-0.008 кВАр
Небаланс в схеме	:	-0.012 кВт	-0.006 кВАр

Потери в схеме равны **1272** кВт. В схеме имеются заниженные и завышенные уровни напряжений, а также перегруженные трансформаторы. Для перегруженных трансформаторов необходимо уточнить нагрузки.

Оптимизация мест разрывов дает следующие результаты:

Итерационный процесс:

- 0. dP = 1272,0 кВт
  - 1. dP = 1083,0 кВт
  - 2. dP = 1080,0 кВт
  - 3. dP = 1080,0 кВт
- Оптимизация = 192,0 кВт

Список оптимизированных разрывов:

- 1. P115 x - отп30\_205 ==> отп49\_79 x - отп49\_82 42,0 кВт
- 2. P56 x - отп42\_204 ==> отп8\_158 x - P101 40,0 кВт
- 3. P23 x - отп8\_374 ==> B218 x - B219 11,0 кВт
- 4. Ф-24 x - отп23\_1 ==> отп16\_178 x - отп16\_162 26,0 кВт
- 5. P162 x - отп58\_351 ==> отп56\_92 x - отп56\_93 24,0 кВт
- 6. ЗТП-543.2 x - отп76\_302 ==> отп35\_186 x - отп35\_195 13,0 кВт
- 7. МЯСОКОМБ.1.10 x - Ф-50 ==> ЗТП-233.2 x - отп72\_94 21,0 кВт
- 8. P31 x - отп57\_128 ==> отп68\_245 x - отп68\_256 8,0 кВт
- 9. P241 x - отп28\_485 ==> ЗТП-483.2 x - ЗТП-483.1 7,0 кВт

**Суммарный эффект от оптимизации составил 192 кВт (15% от исходных потерь 1272 кВт).**

Однако здесь следует учесть что ряд разрывов переместился на линию, где отсутствуют коммутационные аппараты. В этом случае нужно скорректировать результаты оптимизации или поставить вопрос об установке в этом месте коммутационного аппарата.



### 8.3. Хмельницкий-город

Расчет исходного режима дает результаты:

Схема : 08 (Дата расчета: 15.12.2012 15:54:35)  
 Узлов=3215 Ветвей=3810 Контуров=0 БП=10 ФМ=0

[Анализ расчетной конфигурации]

Схема "08" содержит узлы без питания (13)

Точность расчета : 0,001

Невязка по напряжению : 0,000477, узел: 357 ЗТП-479.2

Количество итераций : 6, время расчета: 0:00:00

**[Превышены допустимые токи линий]**

Анализ токов выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Загрузка линий" или кнопкой "Iл"

**[Превышены допустимые перетоки мощности в трансформаторах]**

Анализ перетоков выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Загрузка тр-ров" или кнопкой "St"

**[В схеме завышены напряжения узлов]**

Анализ напряжений выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Напряжения узлов" или кнопкой "U"

**[В схеме занижены напряжения узлов]**

Анализ напряжений выполняется в таблице выбором меню "Режим" - "Напряжения узлов" или кнопкой "U"

Потребление	:	85682.894 кВт	34839.576 кВАр
Генерация	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Балансная мощность	:	-89139.241 кВт	-36059.279 кВАр
<b>Потери в схеме</b>	:	<b>3456.456 кВт</b>	<b>1219.751 кВАр</b>
Нагрузочные потери	:	1965.042 кВт	2137.927 кВАр
от актив.перетоков:	:	1651.370 кВт	
от реакт.перетоков:	:	313.672 кВт	
Потери холост.хода	:	1491.414 кВт	-918.175 кВАр
шунтирующие реакт.:	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
конденсатор. уст.:	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Небаланс в схеме	:	-0.109 кВт	-0.048 кВАр

Потери в схеме равны **3456** кВт. В схеме имеются заниженные и завышенные уровни напряжений, а также перегруженные трансформаторы и линии. Для перегруженных трансформаторов и линий необходимо провести анализ причин перегруза.

Перегруженные линии:

Начало	Конец	Марка линии	Грасч	Идоп	Г%
отп133_290	РП-7.1	1450*АСБ-95	321,609	205	156,9
Ф-29	отп133_290	2750*ААШВ-120	321,119	240	133,8

Перегруженные трансформаторы:

Начало	Конец	Нтр	Марка тр-ра	Sфакт	Sном	S%
ЗТП-222.1	ЗТП-222.Т1.04	Т1	ТМ-100/10/0.4	287,4	100	287,4
ЗТП-141.1	ЗТП-141.Т1.04	Т1	ТМ-630/10/0.4	1766	630	280,3
КТП-702	КТП-702.Т1.04	Т1	ТМ-250/10/0.4	546	250	218,4
КТП-573.1	КТП-573.Т1.04	Т1	ТМ-160/10/0.4	213,4	160	133,4
ЗТП-597.1	ЗТП-597.Т1.04	Т1	ТМ-400/10/0.4	515,9	400	129
РП-44.2	РП-44.Т2.04	Т2	ТМ-250/10/0.4	293,9	250	117,6
РП-27.1	РП-27.Т1.04	Т1	ТМ-400/10/0.4	458,7	400	114,7
ЗТП-6.1	ЗТП-6.Т1.04	Т1	ТМ-400/10/0.4	418,8	400	104,7
КТП-26.1	КТП-26.Т1.04	Т1	ТМ-100/10/0.4	102,4	100	102,4

## Оптимизация мест разрывов дает следующие результаты:

Итерационный процесс:

0. dP = 3456,0 кВт

1. dP = 2576,0 кВт

2. dP = 2516,0 кВт

3. dP = 2514,0 кВт

4. dP = 2514,0 кВт

Оптимизация = 942,0 кВт

Список оптимизированных разрывов:

1. РП-39.2 х - ЗТП-122.1	==>	отп56_22 х - отп56_18	145,0 кВт
2. ЗТП-141.1 х - ЗТП-175.1	==>	ЗТП-110.1 х - ЗТП-479.2	134,0 кВт
3. ЗТП-456.1 х - отп133_92_61	==>	Л-390 х - РП-7.1	78,0 кВт
4. ЗТП-480.1 х - ЗТП-212.1	==>	Л-90 х - РП-7.1	29,0 кВт
5. ЗТП-479.2 х - ЗТП-110.1	==>	ЗТП-141.1 х - ЗТП-175.1	26,0 кВт
6. ЗТП-350.2 х - ЗТП-350.1	==>	Л-53 х - РП-3.1	24,0 кВт
7. РП-27.2 х - ЗТП-162.1	==>	РП-27.1 х - РП-27.2	74,0 кВт
8. ЗТП-289.1 х - ЗТП-475.1	==>	ЗТП-213.2 х - отп117_2810	9,0 кВт
9. ЗТП-286.1 х - ЗТП-285.1	==>	ЗТП-521.1 х - ЗТП-353.2	57,0 кВт
10. ЗТП-69.2 х - ЗТП-69.1	==>	ЗТП-216.1 х - Л-147	19,0 кВт
11. РП-50.2 х - РП-50.1	==>	отп93_71_100 х - отп93_71_93	51,0 кВт
12. Ф-304 х - РП-45.2	==>	Ф-28 х - СХІДНА.2.10	38,0 кВт
13. РП-25.2 х - Ф-170	==>	РП-25.1 х - РП-25.2	34,0 кВт
14. ЛР-67 х - отп95_70_7	==>	отп96_51_118 х - отп96_51_127	30,0 кВт
15. ЗТП-413.1 х - ЗТП-555.1	==>	РП-27.2 х - ЗТП-162.1	9,0 кВт
16. РП-31.1 х - Л-71	==>	отп93_71_48 х - отп93_71_44	9,0 кВт
17. ЗТП-286.1 х - ЗТП-439.1	==>	Л-87 х - РП-8.2	16,0 кВт
18. ЗТП-109.2 х - ЗТП-109.1	==>	ТПА.2.10 х - Ф-115	17,0 кВт
19. РП-24.2 х - ЗТП-583.1	==>	КТП-228.1 х - РП-24.1	10,0 кВт
20. ЗТП-459.1 х - ЗТП-548.2	==>	ТПА.1.10 х - Ф-123	15,0 кВт
21. ЗТП-423.2 х - ЗТП-446.1	==>	Л-279 х - РП-21.1	12,0 кВт
22. ЗТП-634.2 х - ЗТП-442.2	==>	РП-21.1 х - Л-236	5,0 кВт
23. ЗТП-206.2 х - ЗТП-206.1	==>	ЗТП-260.1 х - ЗТП-6.1	9,0 кВт
24. ЗТП-382.2 х - КТП-748	==>	ЗАРІЧЧЯ.2.10 х - Ф-295	8,0 кВт
25. ЗТП-9.1 х - отп8_1500	==>	СХІДНА.3.10 х - Ф-172	8,0 кВт
26. РП-36.2 х - Ф-250	==>	РП-36.1 х - РП-36.2	9,0 кВт
27. ЗТП-452.1 х - ЗТП-482.1	==>	РП-49.2 х - ЗТП-597.2	6,0 кВт
28. РП-11.1 х - Ф-76	==>	РП-32.1 х - РП-11.1	5,0 кВт
29. ЗТП-363.1 х - РП-1.2	==>	РП-5.1 х - Л-59	8,0 кВт
30. ЗТП-476.2 х - ЗТП-476.1	==>	отп95_70_17 х - ЗТП-379.1	6,0 кВт
31. РП-18.2 х - ЗТП-434.1	==>	РП-7.1 х - Л-94	6,0 кВт
32. РП-27.1 х - отп108_2590	==>	ЗТП-157.1 х - РП-27.1	16,0 кВт
33. РП-7.2 х - ЗТП-215.2	==>	РП-7.2 х - ЗТП-215.2	8,0 кВт
34. РП-7.2 х - РП-7.1	==>	Ф-29 х - ЗАРІЧЧЯ.1.10	12,0 кВт

**Суммарный эффект от оптимизации составил 942 кВт (27% от исходных потерь 3456 кВт).**

## 8.4. Хмельницкий-район

Расчет исходного режима дает результаты:

Схема : 09 (Дата расчета: 15.12.2012 16:13:41)  
Узлов=4151 Ветвей=4204 Контуров=0 БП=15 ФМ=0

[Анализ расчетной конфигурации]

Схема "09" содержит узлы без питания (4)

Точность расчета : 0,001  
Невязка по напряжению : 0,000459, узел: 328 КТП-633  
Количество итераций : 5, время расчета: 0:00:00

Потребление	:	12588.127 кВт	5089.724 кВАр
Генерация	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Балансная мощность	:	-13247.457 кВт	-7537.904 кВАр
<b>Потери в схеме</b>	:	<b>659.332 кВт</b>	<b>2448.181 кВАр</b>
Нагрузочные потери	:	245.551 кВт	204.182 кВАр
от актив.перетоков:	:	187.974 кВт	
от реакт.перетоков:	:	57.577 кВт	
Потери холост.хода	:	413.782 кВт	2243.998 кВАр
шунтирующие реакт.:	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
конденсатор. уст.:	:	0.000 кВт	0.000 кВАр
Небаланс в схеме	:	-0.002 кВт	-0.001 кВАр

Потери в схеме равны **659 кВт**.

Оптимизация мест разрывов дает следующие результаты:

Итерационный процесс:

0. dP = 659,0 кВт  
1. dP = 604,0 кВт  
2. dP = 604,0 кВт  
Оптимизация = 55,0 кВт

Список оптимизированных разрывов:

1. ЛР387 х - отп5\_37 ==> отп70\_122 х - отп70\_184 24,0 кВт  
2. ЛР115 х - отп7\_555 ==> отп7\_451 х - отп7\_438 20,0 кВт  
3. РЗТП471.2 х - отп55\_260 ==> отп55\_230 х - отп55\_229 11,0 кВт

**Суммарный эффект от оптимизации составил 55 кВт (8% от исходных потерь 659 кВт).**

### **8.5. Выводы по оптимизации мест разрывов сети 10(6)/0.4 кВ**

1. Диапазон экономии технической составляющей потерь от внедрения результатов оптимизации мест разрывов составляет примерно **5 ~ 20 %**.

2. Для получения достоверных результатов оптимизации мест разрывов необходимо в режиме реального времени вносить изменения по схеме РЭС и выполнять контрольные измерения по питающим фидерам 10(6) кВ.

3. Сельские районы, как правило, обладают ограниченным составом коммутационных аппаратов, участвующих в оптимизации. Поэтому в таких РЭС можно ставить вопрос об дополнительной установке кольцевого разъединителя в месте оптимального размыкания.

4. В будущем необходимо проводить оптимизацию мест разрывов в комплексной схеме 110/35/10(6)/0.4 кВ для учета влияния питающей сети 35-110 кВ.