

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к выполнению лабораторных работ
по дисциплине
«Основы диспетчерского управления»**

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль):
«Цифровые технологии в электроэнергетике»
Форма обучения: очная

Ставрополь, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1 Лабораторная работа №1	3
2 Лабораторная работа №2	12
3 Лабораторная работа №3	39
4 Лабораторная работа №4	44
5 Лабораторная работа №5	64
6 Лабораторная работа №6	87
7 Лабораторная работа №7	98
8 Лабораторная работа №8	106
9 Лабораторная работа №9	138
Список рекомендуемой литературы.....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ А	141

1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: «Метод контрольных уравнений»

Цель работы: Приобрести практические навыки применения метода контрольных уравнений.

Теоретическое обоснование

Под плохими понимаются данные, ошибки которых значительно больше априори предполагаемых.

Для обнаружения плохих данных используются:

- сравнение текущего замеренного значения с априори известным диапазоном изменения данной величины;
- сравнение с измерением в предыдущий момент времени – в этом случае считается априори известным диапазон изменения скорости параметра;
- анализ распределения ошибок измерения;
- использование специальных неквадратичных критериев;
- анализ невязок так называемых контрольных уравнений – уравнений, в которые входят только измеренные величины.

Все эти меры и их комбинации обеспечивают помехоустойчивость (робастность) алгоритмов оценивания и повышает надежность их работы.

На рисунках 1.1 – 1.5 показаны эти основные приемы повышения помехоустойчивости

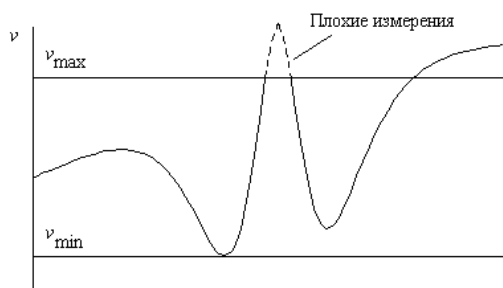


Рисунок 1.1 – Обнаружение плохих данных по диапазону изменения параметра

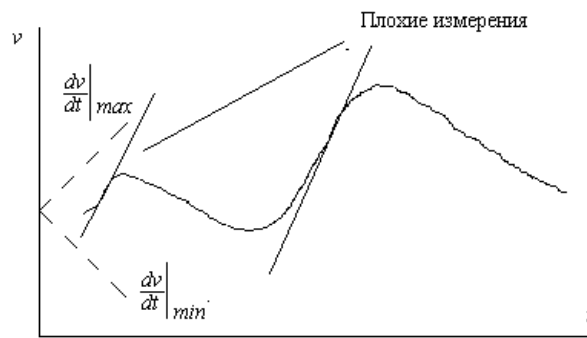


Рисунок 1.2 – Обнаружение плохих данных по диапазонам скоростей изменения параметра

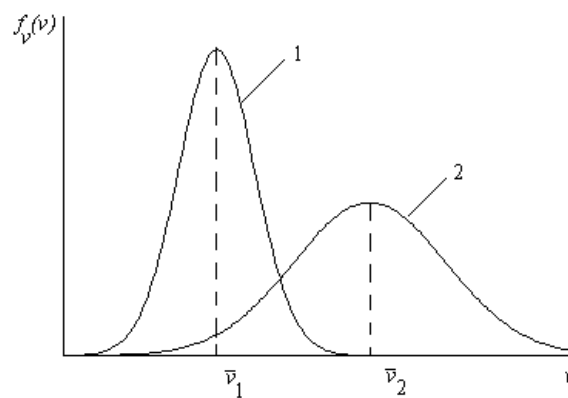


Рисунок 1.3 – Обнаружение плохих данных по распределениям ошибок: 1 – распределение «хороших» и 2 – распределение «грубых» измерений

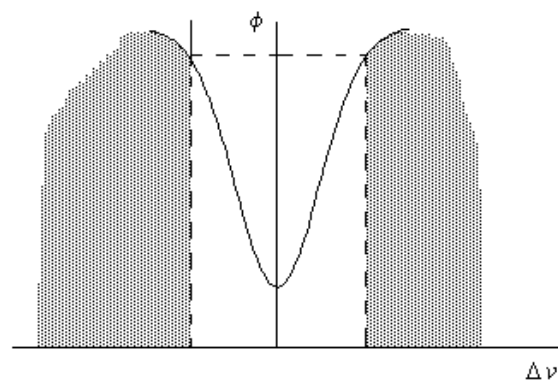


Рисунок 1.4 – Обнаружение плохих данных по неквадратичным критериям (заштрихованная область «плохих» измерений)

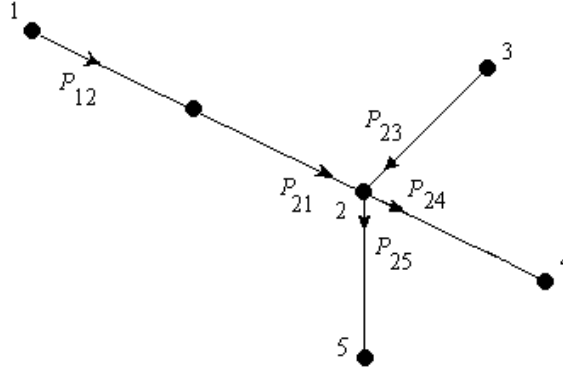


Рисунок 1.5 – Обнаружение плохих данных с помощью контрольных уравнений:

$$\bar{P}_{1,2} - \bar{P}_{2,1} = w_1 > \varepsilon; \quad -\bar{P}_{2,1} - \bar{P}_{2,3} + \bar{P}_{2,4} + \bar{P}_{2,5} = w_2 < \varepsilon$$

Исходное положение метода контрольных уравнений состоит в том, что, если невязка контрольного уравнения мала, то в него не входит ни одно «плохое» измерение. Это означает, что событие взаимной компенсации ошибок нескольких «плохих» измерений в одном контрольном уравнении считается практически невозможным.

1) Проверка, есть ли среди контрольных уравнений такие, которые имеют невязку

$$|w_{k,i}(\mathbf{v})| \leq b_i \quad (1.1)$$

где величина b_i определяется через дисперсии измерений, входящих в i -е контрольное уравнение.

Дисперсия невязки контрольного уравнения w_i определяется по линеаризованной зависимости

$$\sigma_{wi}^2 = \sum_{j \in \omega_i} \left(\frac{\partial w_i}{\partial v_j} \right)^2 \sigma_{vj}^2 \quad (1.2)$$

и

$$b_i = t_i \sigma_{wi} \quad (1.3)$$

Здесь ω_i – множество индексов, входящих в i -е контрольное уравнение

переменных; t_i – коэффициент, определяемый вероятностью появления невязки контрольного уравнения большим b_i .

Так как предполагается, что все измерения имеют нормальное распределение, то в силу линейной зависимости величина w_i также распределена нормально.

Все измерения, входящие в контрольные уравнения, для которых выполняется условие (1.1), объявляются достоверными. Они помечаются индексом d , т. е. $\mathbf{v}_d$. Контрольные уравнения с малыми невязками исключаются из дальнейшего рассмотрения.

2) Если нет контрольных уравнений, для которых условие (1.1) не выполняется, то алгоритм завершен.

3) Из контрольных уравнений для которых (1.1) не выполняются, составляются такие подсистемы уравнений, чтобы из них вычислялись не вошедшие в $\mathbf{v}_d$ измерения. Если это невозможно, то процесс заканчивается и переходим на п. 4. В противном случае для каждой такой подсистемы $w_{s,r}(\mathbf{v}_s, \bar{\mathbf{v}}_d) = 0$ находятся эти измеряемые параметры $\mathbf{v}_s$. Обозначим их $\hat{\mathbf{v}}_s$. Они заменяют измеренные параметры $\bar{\mathbf{v}}_s$. Измерения $\hat{\mathbf{v}}_s$ вводятся в вектор проверенных переменных $\mathbf{v}_d$, их дисперсии принимаются в соответствии с соотношением:

$$\mathbf{R}_{vs} = \frac{\partial \mathbf{v}_s}{\partial \mathbf{v}_d} \mathbf{R}_{vd} \left(\frac{\partial \mathbf{v}_s}{\partial \mathbf{v}_d} \right)^T, \text{ где } \frac{\partial \mathbf{v}_s}{\partial \mathbf{v}_d} = - \left(\frac{\partial \mathbf{w}_{sk}}{\partial \mathbf{v}_s} \right)^{-1} \frac{\partial \mathbf{w}_{sk}}{\partial \mathbf{v}_d}. \quad (1.4)$$

В матрице $\mathbf{R}_s$ оставляются только диагональные элементы.

После этого определяются новые невязки всех тех контрольных уравнений, которые не были использованы для вычисления $\mathbf{v}_s$, но в которые $\mathbf{v}_s$ входят. Переход к п. 1.

4) Все непроверенные измерения, оставшиеся в неисключенных контрольных уравнениях, не могут быть теперь проверены и объявляются сомнительными, так как входят в контрольные уравнения с относительно

большими невязками.

Чтобы придать им меньший вес при оценивании состояния для них вычисляется новая ковариационная матрица, которая как бы «размазывает» по ним имеющуюся невязку контрольного уравнения

$$w_{ki}^2 = t^2 \sum_{j \in \omega_{iid}} \left(\frac{\partial w_{ki}}{\partial v_i} \right)^2 \sigma_j^2 + t^2 \sum_{j \in \omega_{iiq}} \left(\frac{\partial w_{ki}}{\partial v_i} \right)^2 \sigma_{js}^2 \quad (1.5)$$

откуда

$$\frac{w_{ki}^2}{t^2} - \sum_{j \in \omega_{iid}} \left(\frac{\partial w_{ki}}{\partial v_i} \right)^2 \sigma_j^2 = \sum_{j \in \omega_{iiq}} \left(\frac{\partial w_{ki}}{\partial v_i} \right)^2 \sigma_{js}^2, \quad (1.6)$$

где w_{id} – множество индексов достоверных измерений; w_{iq} – множество индексов сомнительных измерений, входящих в i -е контрольное уравнение.

Выбор σ_{js}^2 из (1.6) неоднозначен. Для определенности можно в одно и то же число раз α увеличить все дисперсии сомнительных измерений

$$\alpha = \frac{\left[\frac{w_{ki}^2}{c^2} - \sum_{j \in \omega_{id}} \left(\frac{\partial w_{ki}}{\partial v_i} \right)^2 \sigma_j^2 \right]}{\sum_{j \in \omega_{iq}} \left(\frac{\partial w_{jk}}{\partial v_j} \right)^2 \sigma_{js}^2}. \quad (1.7)$$

Методика выполнения работы

Рассмотрим одиночную ЛЭП (рисунок 1.6).

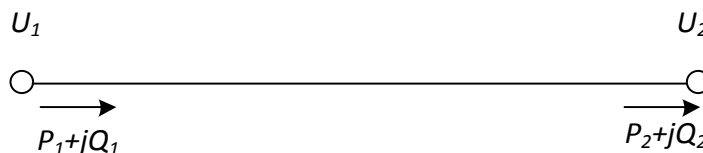


Рисунок 1.6 – Пример одиночной ЛЭП

Предположим, что есть измерения напряжений, активной и реактивной мощности по концам этой ЛЭП. То есть известны 6 телеизмерений:

$$U_1, U_2, P_1, P_2, Q_1, Q_2$$

Составим систему контрольных уравнений (КУ). В качестве такой системы будем использовать уравнения для вычисления потерь активной мощности. Емкостной проводимостью линии будем пренебрегать. Тогда можно записать 5 уравнений для вычисления ΔP :

$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_1^2} \cdot R \\ F_2 &= \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_2^2} \cdot R \\ F_3 &= \frac{Q_1 - Q_2}{X} \cdot R \\ F_4 &= P_1 - P_2 \\ F_5 &= \frac{U_1^2 + U_2^2 - 2U_1U_2 \cos \delta}{Z^2} R \end{aligned} ,$$

где

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \arctg \left(\frac{P_1 X - Q_1 R}{U_1^2 - P_1 R - Q_1 X} \right) \\ \delta_2 &= -\arctg \left(\frac{P_1 X - Q_1 R}{U_2^2 + P_1 R + Q_1 X} \right) \\ \delta &= 0.5(\delta_1 + \delta_2) \end{aligned}$$

Составим таблицу соответствия ошибок ТИ ошибкам в контрольных уравнениях:

Таблица 1.1 – Соответствие ошибок ТИ ошибкам в КУ

Телеизмерение	Контрольные уравнения
P_1	F_1, F_4
Q_1	F_1, F_3
P_2	F_2, F_4
Q_2	F_2, F_3
U_1	F_1, F_5
U_2	F_2, F_5

«Выпадение» соответствующей пары КУ из общей «кучи» идентифицирует ошибку в соответствующем ТИ.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками: процессор Intel Pentium с тактовой частотой не менее 1 ГГц, оперативная память – не менее 1 Гб, свободное дисковое пространство – не менее 2 Убайт, монитор типа SVGA с диагональю не менее 15". Программное обеспечение – операционная система WINDOWS 7 и выше / Linux.

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров: самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

Защита работы

Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает индивидуальное задание. Защита лабораторной работы происходит только после его выполнения (индивидуального задания). При защите лабораторной работы студент отвечает на контрольные вопросы, приведенные в конце, и поясняет выполненное индивидуальное задание. Ход защиты лабораторной работы контролируется преподавателем.

Задание

Вариант 1

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=223\text{ кВ}$, $U_2=211.2\text{ кВ}$, $P_1=50\text{ МВт}$, $P_2=49.45\text{ МВт}$, $Q_1=20\text{ Мвар}$, $Q_2=0.81\text{ Мвар}$.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 2

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=230\text{ кВ}$, $U_2=211.2\text{ кВ}$, $P_1=50\text{ МВт}$, $P_2=49.45\text{ МВт}$, $Q_1=20\text{ Мвар}$, $Q_2=2.81\text{ Мвар}$.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 3

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=230\text{ кВ}$, $U_2=217.2\text{ кВ}$, $P_1=50\text{ МВт}$, $P_2=49.45\text{ МВт}$, $Q_1=20\text{ Мвар}$, $Q_2=0.81\text{ Мвар}$.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 4

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=230\text{ кВ}$, $U_2=211.2\text{ кВ}$, $P_1=55\text{ МВт}$, $P_2=49.45\text{ МВт}$, $Q_1=20\text{ Мвар}$, $Q_2=0.81\text{ Мвар}$.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 5

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=230\text{ кВ}$, $U_2=211.2\text{ кВ}$, $P_1=50\text{ МВт}$, $P_2=45.45\text{ МВт}$, $Q_1=20\text{ Мвар}$, $Q_2=0.81\text{ Мвар}$.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 6

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=230\text{ кВ}$, $U_2=211.2\text{ кВ}$, $P_1=53.5\text{ МВт}$, $P_2=49.45\text{ МВт}$, $Q_1=20\text{ Мвар}$, $Q_2=0.81\text{ Мвар}$.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 7

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=230\text{ кВ}$, $U_2=211.2\text{ кВ}$, $P_1=50\text{ МВт}$, $P_2=49.45\text{ МВт}$, $Q_1=25.3\text{ Мвар}$, $Q_2=0.81\text{ Мвар}$.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 8

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=220.5\text{ кВ}$, $U_2=211.2\text{ кВ}$, $P_1=50\text{ МВт}$, $P_2=49.45\text{ МВт}$, $Q_1=20\text{ Мвар}$, $Q_2=0.81\text{ Мвар}$.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 9

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10\text{ Ом}$, $X=350\text{ Ом}$. Известны следующие ТИ:

$U_1=230$ кВ, $U_2= 211.2$ кВ, $P_1=50$ МВт, $P_2=49.45$ МВт, $Q_1=17.3$ Мвар, $Q_2=0.81$ Мвар.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Вариант 10

Дана ЛЭП 220 кВ, $R=10$ Ом, $X= 350$ Ом. Известны следующие ТИ:

$U_1=230$ кВ, $U_2= 211.2$ кВ, $P_1=50$ МВт, $P_2=47.45$ МВт, $Q_1=20$ Мвар, $Q_2=0.81$ Мвар.

С помощью метода контрольных уравнений вычислить неверное телеизмерение.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под плохими данными?
2. Какие методы используют для определения плохих данных?
3. Для чего используется метод контрольных уравнений?
4. Опишите методику составления контрольных уравнений.

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: «Методы оценки состояния»

Цель работы: Изучить теоретические основы методов оценивания состояния, научиться применять метод наименьших квадратов для оценивания состояния электроэнергетических систем.

Теоретическое обоснование

2.1 Модели установившихся режимов в детерминированной постановке

Схема ЭЭС состоит из узлов и ветвей. Ветви разделяются на продольные и поперечные. Каждый узел связан с хотя бы одним другим узлом схемы сети посредством продольных ветвей. узел описывается мощностью, проводимостью поперечной ветви и напряжением, рисунок 2.1.

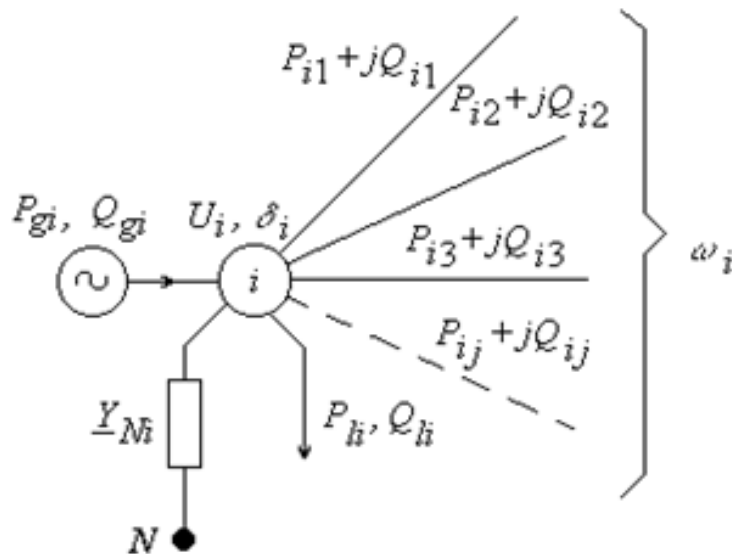


Рисунок 2.1 – Модель узла схемы сети

Для узла i :

P_{gi} – активная мощность генерации;

Q_{gi} – реактивная мощность генерации;

P_{li} – активная мощность нагрузки;

Q_{li} – реактивная мощность нагрузки;

$\underline{Y}_{Ni}$ – проводимость поперечной ветви;

U_i, δ_i – модуль и фаза напряжения;

ω_i – множество номеров узлов, смежных i -у.

$$\begin{aligned}\underline{U}_i &= U'_i + jU''_i, \\ U'_i &= U_i \cos \delta_i, \\ U''_i &= U_i \sin \delta_i, \\ U_i &= \sqrt{U'^2_i + U''^2_i}, \\ \delta_i &= \arctg \frac{U''_i}{U'_i}.\end{aligned}\tag{2.1}$$

Мощность нагрузки задается постоянной величиной или статическими характеристиками:

$$\begin{aligned}P_{li} &= P_{0i}(U_i, f), \\ Q_i &= Q_{0i}(U_i, f).\end{aligned}\tag{2.2}$$

Обычно статические характеристики представляются в виде полиномов отдельно по напряжению и по частоте:

$$\begin{aligned}P_l &= P_{l0} \left(1 + a_1 \frac{U - U_0}{U_0} + a_2 \left(\frac{U - U_0}{U_0} \right)^2 \right), \\ Q_l &= Q_{l0} \left(1 + b_1 \frac{U - U_0}{U_0} + b_2 \left(\frac{U - U_0}{U_0} \right)^2 \right).\end{aligned}\tag{2.3}$$

где P_{l0} и Q_{l0} – нагрузки при номинальном напряжении U_0 ; a_1, a_2, b_1, b_2 – коэффициенты, определяемые экспериментальным путем.

В ряде случаев получают обобщенные типовые статические характеристики. Зависимость $P_l = P(U)$ почти линейна, при этом

$\frac{\partial P}{\partial U} \approx a_1 \approx 0,7...0,9$. $Q_l = Q(U)$ – имеет явно нелинейный характер.

Статические характеристики нагрузки по частоте считаются линейными:

$$\begin{aligned}
P_l &= P_0 \left(1 + c \left(\frac{f - f_0}{f_0} \right) \right), \\
Q_l &= Q_0 \left(1 + d \left(\frac{f - f_0}{f_0} \right) \right).
\end{aligned}
\tag{2.4}$$

$c = 1,5$ для промышленных потребителей; $c = 1,2$ для смешанных потребителей.

Генерируемая мощность также может быть задана статическими характеристиками:

$$\begin{aligned}
P_g &= P_{go} \left(1 + k \left(\frac{f - f_0}{f_0} \right) \right) \left(1 + g \left(\frac{U - U_0}{U_0} \right) \right), \\
Q_g &= Q_{go} \left(1 + m \left(\frac{f - f_0}{f_0} \right) \right) \left(1 + l \left(\frac{U - U_0}{U_0} \right) \right).
\end{aligned}
\tag{2.5}$$

Коэффициенты k, g, m, l – устанавливаются при настройке регуляторов.

Параметры режима в узле связаны между собой по первому закону Кирхгофа:

$$\begin{aligned}
\sum_{j \in \omega_i} P_{i,j} - P_{gi} + P_{li} + U_i^2 g_i &= 0, \\
\sum_{j \in \omega_i} Q_{i,j} - Q_{gi} + Q_{li} + U_i^2 b_i &= 0.
\end{aligned}
\tag{2.6}$$

или

$$\sum_{j \in \omega_i} \underline{S}_{ij} - \underline{S}_{gi} + \underline{S}_{li} + U_i^2 \underline{Y}_i = 0
\tag{2.7}$$

Продольные ветви являются элементами схем замещения ЛЭП или трансформатора.

ЛЭП - моделируется симметричной П-образной схемой замещения, а трансформаторы – несимметричной, рисунок 2.2.

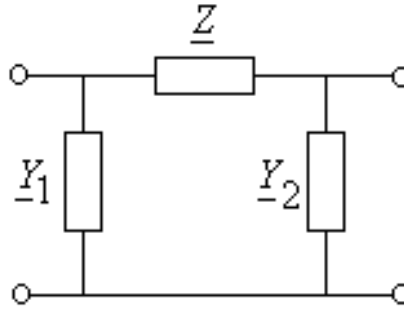


Рисунок 2.2 – Модель узла ветви схемы сети

Для ЛЭП:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_C \text{sh}(\underline{\gamma}_0 l), \quad (2.8)$$

$$\underline{Y}_1 = \underline{Y}_2 + \frac{\text{ch}(\underline{\gamma}_0 l) - 1}{\underline{Z}_C \text{sh}(\underline{\gamma}_0 l)} = \frac{1}{\underline{Z}_C} \text{th}\left(\frac{\underline{\gamma}_0 l}{2}\right). \quad (2.9)$$

Обычно $\underline{Z} = r_0 l + jx_0 l$ и $\underline{Y}_1 = \underline{Y}_2 = \frac{(g_0 + jb_0)l}{2}$.

Для трансформатора:

$$\begin{aligned} \underline{Z} &= \frac{\underline{Z}_T}{a}, \\ \underline{Y}_1 &= \frac{1}{\underline{Z}_T} (1 - a) + \underline{Y}_\mu, \\ \underline{Y}_2 &= \frac{a}{\underline{Z}_T} (a - 1). \end{aligned} \quad (2.10)$$

при $a > 1$.

Модель сети представляет собой узловые уравнения вида (2.6) или (2.7), в которых потоки мощности по ветвям выражены через узловые напряжения и элементы матрицы узловых проводимостей, а алгебраическая сумма мощности нагрузки и мощности генерации есть суммарная мощность узла $\underline{S} = P + jQ$,

$$\underline{U}_i \left(\sum_{j \in \omega_i} \underline{Y}_{i,j}^* \underline{U}_j^* - \underline{Y}_{i0}^* \underline{U}_0^* \right) = \underline{S}_i \quad (2.11)$$

при $i = 1 \dots n$, где n – число независимых узлов схемы сети.

В некоторых задачах кроме уравнений узловых напряжений используются уравнения для токов узлов или ветвей, модулей и фаз напряжений, а также потоков мощности по ветвям схемы сети.

Совокупность всех режимных параметров ЭЭС, а также мощности нагрузок и генерации называется *вектором параметров режима*. Обозначим его через $\mathbf{z}$.

Совокупность уравнений, связывающих все параметры режим, образует общую систему уравнений установившегося режима

$$\mathbf{g}(\mathbf{z}) = 0 \quad (2.12)$$

Некоторые из этих уравнений могут быть взаимосвязанными, т. е. одни уравнения получаются из других. Поэтому некоторые уравнения могут быть исключены – выделяется *система независимых уравнений*. Число независимых уравнений равно удвоенному числу независимых узлов сети, которое равно числу всех узлов без единицы $N - 1$.

В традиционной постановке заданы мощности всех узлов кроме одного – базисного балансирующего узла $[(N - 1) \text{ узла}]$.

Введем понятие *вектора состояния*.

Под вектором состояния $\mathbf{x}$ будем понимать такой набор параметров режима, знание которого обеспечивает возможность дорассчитать все остальные параметры режима. Рассмотрим схему электрической сети, состоящую из шести узлов, рисунок 2.3.

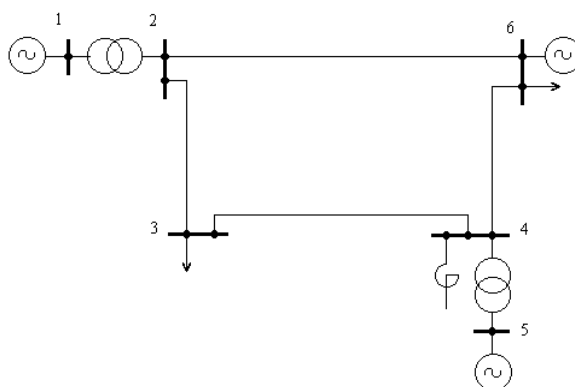


Рисунок 2.3 – Шестиузловая схема электрической сети

В этой схеме общее число узлов $N = 6$, а число независимых узлов $N - 1 = 5$.

В традиционной постановке задаются модуль и фаза базисного балансирующего узла – узел 1 и мощности остальных пяти узлов $\mathbf{x} = \{U_1 \delta_1 P_2 Q_2 P_3 Q_3 P_4 Q_4 P_5 Q_5 P_6 Q_6\}$ – 12 параметров. Всего же можно указать 24 узловых параметра: 6 модулей напряжений, 6 фаз напряжений, 6 активных и 6 реактивных мощностей узлов. Для расчета в традиционной постановке остальных 12 параметров необходимо решить систему из 10 уравнений узловых напряжений $2(N - 1) = 10$, отыскав таким образом 5 модулей и 5 фаз напряжений узлов и из баланса мощности в схеме сети найти мощность балансирующего узла – оставшиеся два параметра P_1 и Q_1 .

Если базисный и балансирующий узлы не совпадают, то, например, в балансирующем узле вообще может быть ничего не известно: ни мощности ни напряжение и его фаза. В то же время в каком либо другом узле могут быть заданы все узловые параметры: U, δ, P, Q .

В таблице 2.1 приведены несколько вариантов вектора состояния для шестиузловой схемы, включая традиционный вариант.

Таблица 2.1 – Варианты вектора состояния

Примеры вектора состояния	1	2	3	4	5	6	Требуется решение уравнений?
Традиционный	$U_1 \delta_1$	$P_2 Q_2$	$P_3 Q_3$	$P_4 Q_4$	$P_5 Q_5$	$P_6 Q_6$	Да
Вариант 2	$U_1 \delta_1$	$U_2 \delta_2$	$U_3 \delta_3$	$U_4 \delta_4$	$U_5 \delta_5$	$U_6 \delta_6$	Нет
Вариант 3	$U_2 \delta_2$	$P_2 Q_2$	$U_4 \delta_4$	$P_{2,3} Q_{2,3}$	$P_{4,6} Q_{4,6}$	$P_4 Q_4$	Нет

Задание вектора состояния набором модулей и фаз напряжений – не единственный способ обойтись без решения системы уравнений при расчете режима. Вариант 3 вектора состояния для шестиузловой схемы также позволяет обойтись без решения системы уравнений путем последовательного расчета одного неизвестного параметра через заданные и

уже найденные.

В случае, когда мощности некоторых узлов не заданы, а подлежат вычислению (подбору) так, чтобы достичь предельного или заданного значения некоторой функции, называемой целевой, существуют некоторые степени свободы в расчете режима. Иными словами решений (без целевой функции) бесконечно много. Целевая функция вводит условия, которые добавляют некоторое количество уравнений в систему независимых уравнений. Вид уравнений зависит от метода решения.

Число степеней свободы:

$$p = n - q \quad (2.13)$$

где n – число независимых уравнений $n = 2(N - 1)$; q – число заданных параметров режима (меньшее по сравнению с вектором состояния).

Обозначим через $\mathbf{d}$ – вектор заданных параметров режима, через $\mathbf{y}$ – вектор переменных, образующих степени свободы, а через $\mathbf{s}$ – параметры режима, которые могут быть вычислены по $\mathbf{d}$ и $\mathbf{y}$ из уравнений установившегося режима:

$$\mathbf{w}(\mathbf{s}, \mathbf{y}, \mathbf{d}) = 0 \quad (2.14)$$

Здесь $\mathbf{w}$ вектор-функция уравнений установившегося режима.

Компоненты вектора состояния $\mathbf{x}$ могут быть компонентами вектора $\mathbf{d}$, компонентами $\mathbf{y}$, а также компонентами вектора $\mathbf{s}$, т. е. дорасчитываться по заданным $\mathbf{d}$ и $\mathbf{y}$. Например, модули и фазу напряжений в некоторых узлах могут быть заданы или дорасчитываться и могут входить в вектор состояния.

В состав вектора $\mathbf{y}$ можно ввести и коэффициенты трансформации, емкости регулируемых батарей конденсаторов, сопротивления отключаемых цепей, реакторов и т. п.

В качестве критерия L может выступать мощность потерь в сети, а на вектор $\mathbf{z}$ накладываются ограничения

$$\mathbf{z}_{\min} < \mathbf{z} < \mathbf{z}_{\max} \quad (2.15)$$

На рисунке 2.5 приведена схема сети из трех узлов, для которой можно

дать несколько вариантов состава векторов $\mathbf{d}$, $\mathbf{x}$, $\mathbf{y}$.

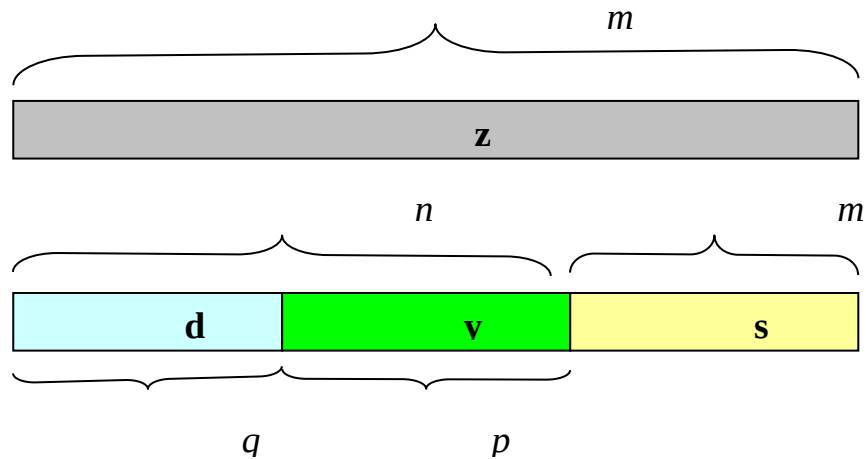


Рисунок 2.4 – Общая структура разделения переменных по векторам

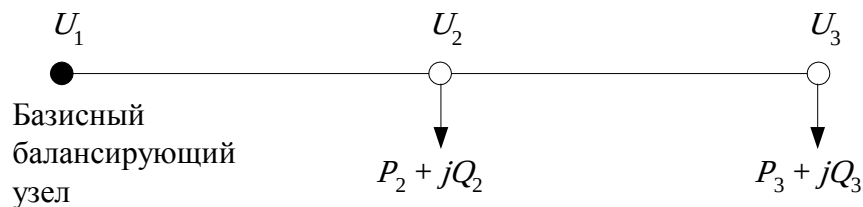


Рисунок 2.5 – Схема сети из трех узлов

Вариант 1. $\mathbf{d} = \{P_2, Q_2, P_3, Q_3\}$; $\mathbf{x} = \{U_2, \delta_2, U_3, \delta_3\}$; $\mathbf{y} = \{U_1\}$.

Составьте два других варианта указанных векторов.

Вариант 2. _____

Вариант 3. _____

Возможна ситуация, когда незаданность параметров режима определяется не наличием степеней свободы, а отсутствием информации, допустим, просто нет измерений нагрузок. В этом случае часть параметров не может быть дорассчитана по известным данным и сеть становится ненаблюдаемой. Так в трехузловой схеме сети, рисунок 2.5, если заданы только $U_2, \delta_2, U_3, \delta_3$, то невозможно определить P_3, Q_3, U_3, δ_3 .

Отсутствие возможности рассчитать параметры означает, что теряет смысл сохранение в расчетной схеме соответствующей части сети. В примере трехузловой схемы сети схема будет состоять из двух узлов, а в узле 2 расчетная мощность узла равна сумме нагрузки узла 2 и перетока

мощности 2 – 3.

Определение. Минимальное количество данных о параметрах режима, необходимое для однозначного определения всех его остальных параметров, называется в теории наблюдаемости *базисом*.

Любой базис может быть вектором состояния.

Любой вектор состояния является базисом.

Имеет смысл различать эти понятия, т. к. понятие вектора состояния связано с координатами решения задачи, т. е. вектор состояния является чаще вектором неизвестных, который вычисляется по исходным данным. Базис – это фиксированные параметры режима, задаваемые обычно в качестве исходных данных

Поскольку все параметры режима, в том числе и базис, являются функциями вектора состояния, уравнения установившегося режима можно представить в виде:

$$\bar{\mathbf{z}}_b - \mathbf{z}_b(\mathbf{x}_2) = 0, \quad (2.16)$$

где $\bar{\mathbf{z}}_b$ – заданное значение базиса; $\mathbf{z}_b(\mathbf{x}_2)$ – известные функции вектора базисных переменных от неизвестных компонент вектора состояния $\mathbf{x}_2$; $\mathbf{x}_2 \in \mathbf{x}$.

Например, при традиционной постановке

$$\begin{aligned} \bar{P}_i - P_i(\mathbf{U}, \boldsymbol{\delta}) &= 0, \\ \bar{Q}_i - Q_i(\mathbf{U}, \boldsymbol{\delta}) &= 0, \\ P_i(\mathbf{U}, \boldsymbol{\delta}) &= \sum_{j \in \omega_i} P_{i,j}, \\ Q_i(\mathbf{U}, \boldsymbol{\delta}) &= \sum_{j \in \omega_i} Q_{i,j}. \end{aligned} \quad (2.17)$$

В случае, если известны перетоки мощности или напряжения, то используются уравнения:

$$\begin{aligned}
\bar{P}_{i,j} - P_{i,j}(U_i, \delta_i, U_j, \delta_j) &= 0, \\
\bar{Q}_{i,j} - Q_{i,j}(U_i, \delta_i, U_j, \delta_j) &= 0, \\
\bar{U}_i - U_i &= 0.
\end{aligned}
\tag{2.18}$$

Если в качестве исходных данных выступает набор параметров, число компонент которого больше базисного, то возникающая при этом система уравнений вида (2.16) является переопределенной, т. е. число уравнений больше числа неизвестных. Если выделить из всего вектора $\mathbf{z}$ базисный состав $\mathbf{z}_b$, то

$$\begin{aligned}
\bar{\mathbf{z}}_b - \mathbf{z}_b(\mathbf{x}_2) &= 0, \\
\bar{\mathbf{z}}_l - \mathbf{z}_l(\mathbf{x}_2) &= 0,
\end{aligned}
\tag{2.19}$$

Так как $\mathbf{x}_2$ вычисляется из $\bar{\mathbf{z}}_b - \mathbf{z}_b(\mathbf{x}_2) = 0$, то $\bar{\mathbf{z}}_l - \mathbf{z}_l(\mathbf{x}_2) \neq 0$ — имеет место несогласованность задания исходных данных. Систему уравнений $\bar{\mathbf{z}}_l - \mathbf{z}_l(\mathbf{x}_2) = 0$ называют подсистемой контрольных уравнений, по которой контролируется степень согласованности задания исходных данных. Эти уравнения имеют большое значение для достоверизации исходных данных.

2.2 Модели установившихся режимов в вероятностной постановке

Неопределенность режима обусловлена случайным характером исходных данных.

Пусть заданы вектор математических ожиданий $M[\mathbf{d}] = \mathbf{m}_d$ и матрица ковариаций $\text{cov}(\mathbf{d}) = M[(\mathbf{d} - \mathbf{m}_d)(\mathbf{d} - \mathbf{m}_d)^T]$ вектора исходных данных. Требуется найти математические ожидания и ковариационные матрицы параметров режима электрической сети.

В случае линейной задачи матричная система уравнений

$$\mathbf{y} = \mathbf{A}\mathbf{x} \tag{2.20}$$

в вероятностной постановке связывает вектор известных $\mathbf{y}$ и вектор неизвестных $\mathbf{x}$ случайных величин. Для этой системы уравнений искомые числовые характеристики вектора $\mathbf{y}$ могут быть получены по уравнениям:

$$\begin{aligned}\mathbf{m}_y &= \mathbf{A}\mathbf{m}_x, \\ \text{cov}(\mathbf{y}) &= \mathbf{A}\text{cov}(\mathbf{x})\mathbf{A}^T.\end{aligned}\tag{2.21}$$

Решение этой системы уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned}\mathbf{m}_x &= \mathbf{A}^{-1}\mathbf{m}_y, \\ \text{cov}(\mathbf{x}) &= \mathbf{A}^{-1}\text{cov}(\mathbf{y})(\mathbf{A}^T)^{-1}\end{aligned}\tag{2.22}$$

Ситуация осложняется, если вместо линейного соотношения имеет место нелинейное $Y = \varphi(X)$, рисунок 2.6.

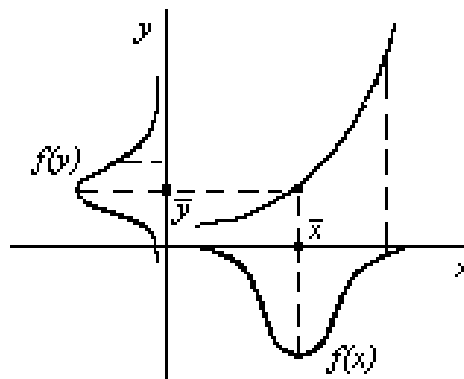


Рисунок 2.6 – Нелинейное преобразование случайных величин

Математическое ожидание случайной величины X , будет преобразовано в моду случайной величины Y , а математическое ожидание для Y будет смещено вверх (см. рисунок 2.6). Чем больше среднеквадратическое отклонение Y , тем сильнее разница m_y и моды Y .

Уравнения установившегося режима являются нелинейными и поэтому необходимы специальные методы получения законов распределения или числовых характеристик неизвестных параметров режима.

Модель текущего состояния ЭЭС необходима для контроля за допустимостью текущего режима, соблюдения требований по качеству, надежности и экономичности режима. Эта модель включает в себя:

- топологию сети – множество узлов и связей между ними на текущий момент времени (в виде графа сети и матриц инциденций);

- параметры элементов расчетной схемы (сопротивления, проводимости, коэффициенты трансформации, коэффициенты статических характеристик нагрузок и генераторов, параметры ХОП электростанций и т. д.);

- параметры режима расчетной схемы (напряжения и фазы напряжений узлов, перетоки активной и реактивной мощности и токи в ветвях (связях), мощности генерации и потребления (токи) в узлах).

Данная модель текущего состояния обычно задается в табличной форме (таблица узловых параметров и таблица параметров ветвей).

Исходными данными для формирования расчетной модели, используемой при оперативном управлении, должны быть:

- данные о положении телекоммуникационной аппаратуры;
- паспортные, экспериментальные и другие данные такого же рода о характеристиках элементов схемы, имеющиеся в базе данных, с которыми работает оперативный комплекс управления режимом ЭЭС;
- технологические пределы, не зависящие от текущего режима, в том числе предельные токи, уровни напряжения;
- измерения параметров режима;
- статистические сведения об измерениях параметров режима, наложенные в процессе эксплуатации;
- сведения о составе и состоянии оборудования;
- метеорологические факторы;
- информация, поступающая от смежных отраслей промышленности и потребителей;
- характеристики водохранилищ;
- сведения о располагаемых запасах и качестве топлива;
- метрологические характеристики поступающих измерений;
- состав и настройка автоматики и релейной защиты.

Соответственно можно выделить четыре основных задачи

формирования модели состояния ЭЭС, решаемые в цикле реального времени

1. Формирование топологии электрической сети.

Задача формулируется следующим образом. По данным телесигналов и состоянии коммутационной аппаратуры подстанций сформировать топологию (способ соединения) электрической сети.

Анализ топологии сети состоит из двух частей:

Анализ подстанций, на которых произошло изменение состояния коммутационной аппаратуры; здесь проверяется, изменился ли при этой коммутации состав *связей и узлов* расчетной схемы. На каждой подстанции составляется список всех ветвей, инцидентных данному узлу.

Проверка – не произошло ли разбивки расчетной схемы на несвязанные между собой части – потери связности сети.

2. Формирование расчетной схемы сети.

3. Оценивание состояния электрической сети.

Процедура оценивания состояния ЭЭС заключается в том, что находятся такие значения параметров режима (называемые в дальнейшем оценками и обозначаемые знаками $\wedge$ сверху), которые удовлетворяют УУР и наиболее близки (в смысле некоторого критерия) к измеренным значениям.

Назначение оценивания состояния состоит в следующем:

- сбалансировать измеренные значения параметров режима так, чтобы выполнялись законы Ома и Кирхгофа, описывающие режим электрической сети;
- дорассчитать неизмеренные параметры;
- отфильтровать ошибки измерений;
- дать прогнозы изменения параметров режима;
- оценить статические характеристики ошибок полученных результатов.

Различают статическое и динамическое оценивание состояния.

При статическом оценивании состояния используют измерения,

полученные в один и тот же момент времени (хотя бы теоретически), а результаты предшествующих моментов времени не учитываются.

Динамическое оценивание состояния учитывает данные предшествующих моментов времени с помощью так называемых моделей динамики.

4. Получение ограничений на параметры режима.

2.3 Статическое оценивание состояния

Измерения, поступающие по каналам связи в компьютер, образуют вектор

$$\bar{\mathbf{v}} = \mathbf{v}(\mathbf{x}) + \boldsymbol{\xi} \quad (2.23)$$

где $\mathbf{v}(\mathbf{x})$ – истинные значения измеренных параметров; $\mathbf{x}$ – вектор состояния; $\bar{\mathbf{v}}$ – вектор измеренных значений параметров; $\boldsymbol{\xi}$ – вектор ошибок измерений, имеющий, в общем случае, математическое ожидание отличное от нуля (систематическую ошибку) и ковариационную матрицу $\mathbf{R} = \text{cov}(\boldsymbol{\xi}) = M[(\boldsymbol{\xi} - \Delta)(\boldsymbol{\xi} - \Delta)^T]$, характеризующие случайную составляющую ошибки измерения.

Обычно считают, что случайные составляющие ошибок измерений некоррелированы между собой, т. е. элементы матрицы $\mathbf{R}$ равны

$$r_{i,j} = \begin{cases} \sigma_i^2 & \text{при } i = j; \\ 0 & \text{при } i \neq j. \end{cases} \quad (2.24)$$

Иногда считают, что и $\Delta = 0$.

Зависимости $\mathbf{v}(\mathbf{x})$ известны, они представляют из себя выражения для перетоков мощности, токов, узловых мощностей в зависимости от модулей и фаз напряжений в узлах.

Поскольку $\boldsymbol{\xi}$ априори неизвестны, то полагая их равными нулю, получаем систему нелинейных уравнений относительно вектора $\mathbf{x}$

$$\bar{\mathbf{v}} - \mathbf{v}(\mathbf{x}) = 0 \quad (2.25)$$

Если число измеряемых величин равно n (порядку вектора $\mathbf{x}$) и в качестве компонент вектора $\mathbf{v}$ выступают узловые мощности, то имеем традиционную систему уравнений установившегося режима. При этом две компоненты вектора $\mathbf{v}$ есть модуль и фаза (обычно принимается равной нулю) базисного узла.

Если же число измерений больше минимально необходимого, т. е. $m > n = 2(N - 1)$, то система уравнений (2.25) из-за ошибок измерений, как правило, несовместная, т. е. равенство нулю невязок $2(N - 1)$ уравнений из m оставит ненулевыми невязки остальных $m - 2(N - 1)$ уравнений. В этом случае в качестве решения берется такое значение вектора $\mathbf{x}$, которое минимизирует взвешенную сумму квадратов невязок, причем в качестве весов выступают величины, обратные дисперсиям:

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \frac{[\bar{v}_i - v_i(\mathbf{x})]^2}{\sigma_{v_i}^2} \quad (2.26)$$

или в матричном виде

$$\varphi = [\bar{\mathbf{v}} - \mathbf{v}(\mathbf{x})]^T \mathbf{R}_v^{-1} [\bar{\mathbf{v}} - \mathbf{v}(\mathbf{x})] \quad (2.27)$$

Минимум функции φ находится приравниванием нулю производных φ по компонентам вектора $\mathbf{x}$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \mathbf{x}} = -2 \sum_{i=1}^m [\bar{v}_i - v_i(\mathbf{x})] \frac{1}{\sigma_{v_i}^2} \frac{\partial v_i}{\partial \mathbf{x}} = 0 \quad (2.28)$$

или в матричной записи

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \mathbf{x}} = -2 [\bar{\mathbf{v}} - \mathbf{v}(\mathbf{x})]^T \mathbf{R}_v^{-1} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}} = 0 \quad (2.29)$$

После упрощения будем иметь

$$\left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}} \right)^T \mathbf{R}_v^{-1} [\bar{\mathbf{v}} - \mathbf{v}(\mathbf{x})] = 0 \quad (2.30)$$

Эта система уравнений является нелинейной и ее решение $\hat{\mathbf{x}} = \mathbf{x}$ является оценкой вектора состояния.

Дисперсии составляющих оценок вектора $\mathbf{x}$ можно найти по

линеаризованной зависимости в точке $\hat{\mathbf{x}}$:

$$\left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right)^T \mathbf{R}_v^{-1} [\bar{\mathbf{v}} - \mathbf{v}(\mathbf{x})] \approx \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right)^T \bigg|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}} \mathbf{R}_v^{-1} \left[\bar{\mathbf{v}} - \mathbf{v}(\hat{\mathbf{x}}) + \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right) \bigg|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}} \Delta \mathbf{x} \right] = 0 \quad (2.31)$$

Отсюда следует, что

$$\left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right)^T \bigg|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}} \mathbf{R}_v^{-1} \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right) \bigg|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}} \Delta \mathbf{x} = \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right)^T \bigg|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}} \mathbf{R}_v^{-1} \Delta \mathbf{v} \quad (2.32)$$

Обозначим $\mathbf{A} = \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right)^T \bigg|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}} \mathbf{R}_v^{-1} \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right) \bigg|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}}$ $\mathbf{b} = \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \mathbf{x}}\right)^T \bigg|_{\mathbf{x}=\hat{\mathbf{x}}} \mathbf{R}_v^{-1}$,

тогда (2.32) есть система линейных уравнений вида $\mathbf{A} \Delta \mathbf{x} = \mathbf{b} \Delta \mathbf{v}$.

Это линейное соотношение между $\Delta \mathbf{x} = \mathbf{x} - \hat{\mathbf{x}}$ и $\Delta \mathbf{v} = \mathbf{v} - \hat{\mathbf{v}}$ позволяет вычислить ковариационную матрицу оценок вектора $\mathbf{x}$

$$\mathbf{R}_x = \mathbf{A}^{-1} \mathbf{b} \mathbf{R}_v \mathbf{b}^T (\mathbf{A}^{-1})^T \quad (2.33)$$

Аппаратура и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками: процессор Intel Pentium с тактовой частотой не менее 800 МГц, оперативная память – не менее 64 Мбайт, свободное дисковое пространство – не менее 250 Мбайт, устройство для чтения компакт-дисков, монитор типа Super VGA (число цветов – 256) с диагональю не менее 15". Программное обеспечение – операционная система WINDOWS 2000 / XP / Vista / 7 и выше.

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров:

самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

Методика выполнения работы

Рассмотрим алгоритм оценивания состояния методом МНК на примере небольшой замкнутой сети, изображенной на рисунке 2.7.

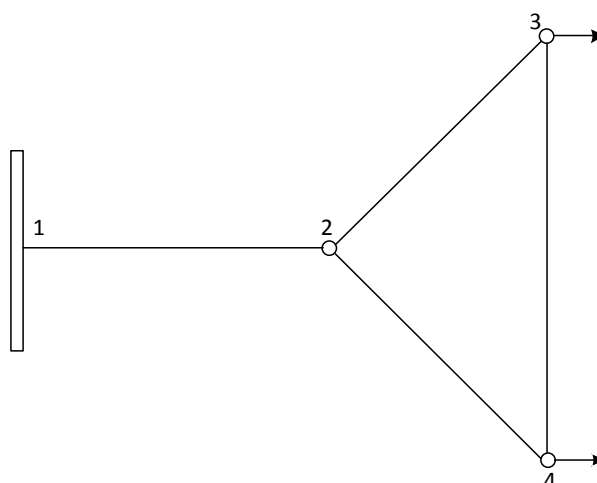


Рисунок 2.7 – Пример небольшой замкнутой сети

Длины линий по 25 км, провод АС-150, параметры провода приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Справочные данные по проводу АС-150

Тип провода	Сечение, кв.мм	R, Ом/км	X, Ом/км	Емк. мкСм/км	Допустимый ток, А
АС	150	0.198	0.42	2.7	450

Предположим, что существуют телеизмерения напряжения в центре питания, активной и реактивной мощности инъекции в узлах 2,3 и 4 и переток активной мощности в начале линии 1-2:

$$U_1=110 \text{ кВ}$$

$$P_2=0$$

$$Q_2=0$$

$$P_3=-10 \text{ МВт}$$

$$Q_3=-5 \text{ Мвар}$$

$$P_4=-15 \text{ МВт}$$

$$Q_4=-7 \text{ Мвар}$$

$$P_{12н}= 25,6 \text{ МВт}.$$

В качестве опорного по фазе узла примем узел 1, то есть $\delta_1=0$.

Тогда система независимых уравнений, связывающая эти измерения будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{cases} 110 - \hat{U}_1 = 0 \\ 0 - \hat{\delta}_1 = 0 \\ 0 - \hat{P}_2 = 0 \\ 0 - \hat{Q}_2 = 0 \\ -10 - \hat{P}_3 = 0 \\ -5 - \hat{Q}_3 = 0 \\ -15 - \hat{P}_4 = 0 \\ -7 - \hat{Q}_4 = 0 \\ 25,6 - \hat{P}_{12н} = 0 \end{cases}$$

Символ «крышечка» обозначает оценку соответствующего параметра. В качестве независимых переменных в данной системе выступают комплексы напряжений во всех узлах. Зная их, можно вычислить все остальные параметры.

Будем использовать «П» - образную схему замещения. В этом случае, мощность, которая подтекает со стороны узла j в узел i по линии ij можно рассчитать по выражению:

$$S_{ij} = \hat{U}_i \cdot \left[\frac{(\dot{U}_i - \dot{U}_j)}{\dot{Z}_{ij}} \right] - \hat{U}_i \cdot \dot{U}_i \cdot 0,5 \dot{y}_{ij}$$

где $\dot{U}_i, \dot{U}_j$ – комплексы напряжений в узлах i и j ;

$\hat{U}_i$ – сопряженный комплекс напряжения в узле i ;

$\dot{Z}_{ij} = R + jX$ – комплексное сопротивление линии;

$\dot{y}_{ij} = g_{ij} - jb_{ij}$ – поперечная проводимость линии.

Запишем для каждой линии функцию перетока полной мощности:

$$\begin{aligned} S_{12n}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_1 \cdot e^{j \cdot \delta_1} \cdot \left[\frac{U_1 \cdot e^{j \cdot \delta_1} - U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2}}{Z_{12}} + (U_1 \cdot e^{j \cdot \delta_1} \cdot 0.5 \cdot Y_{12}) \right] \\ S_{12k}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} \cdot \left(\frac{U_1 \cdot e^{j \cdot \delta_1} - U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2}}{Z_{12}} - U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} \cdot 0.5 \cdot Y_{12} \right) \\ S_{23n}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} \cdot \left(\frac{U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} - U_3 \cdot e^{j \cdot \delta_3}}{Z_{23}} + U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} \cdot 0.5 \cdot Y_{23} \right) \\ S_{23k}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_3 \cdot e^{j \cdot \delta_3} \cdot \left(\frac{U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} - U_3 \cdot e^{j \cdot \delta_3}}{Z_{23}} - U_3 \cdot e^{j \cdot \delta_3} \cdot 0.5 \cdot Y_{23} \right) \\ S_{34n}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_3 \cdot e^{j \cdot \delta_3} \cdot \left(\frac{U_3 \cdot e^{j \cdot \delta_3} - U_4 \cdot e^{j \cdot \delta_4}}{Z_{34}} + U_3 \cdot e^{j \cdot \delta_3} \cdot 0.5 \cdot Y_{34} \right) \\ S_{34k}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_4 \cdot e^{j \cdot \delta_4} \cdot \left(\frac{U_3 \cdot e^{j \cdot \delta_3} - U_4 \cdot e^{j \cdot \delta_4}}{Z_{34}} - U_4 \cdot e^{j \cdot \delta_4} \cdot 0.5 \cdot Y_{34} \right) \\ S_{24n}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} \cdot \left(\frac{U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} - U_4 \cdot e^{j \cdot \delta_4}}{Z_{24}} + U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} \cdot 0.5 \cdot Y_{24} \right) \\ S_{24k}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_4 \cdot e^{j \cdot \delta_4} \cdot \left(\frac{U_2 \cdot e^{j \cdot \delta_2} - U_4 \cdot e^{j \cdot \delta_4}}{Z_{24}} - U_4 \cdot e^{j \cdot \delta_4} \cdot 0.5 \cdot Y_{24} \right) \end{aligned}$$

В свою очередь, узловые мощности определяются как сумма мощностей перетоков линий, инцидентных данному узлу:

$$\begin{aligned} S_1(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= S_{12n}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) \\ S_2(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= -S_{12k}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) + S_{23n}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) + S_{24n}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) \\ S_3(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= -S_{23k}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) + S_{34n}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) \\ S_4(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= -S_{24k}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) - S_{34k}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) \end{aligned}$$

Для единообразия записи взятия производной, также запишем функции для узловых напряжений и фазовых углов. Они будут иметь простой вид:

$$\begin{aligned} f_{U1}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_1 & f_{\delta 1}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= \delta_1 \\ f_{U2}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_2 & f_{\delta 2}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= \delta_2 \\ f_{U3}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_3 & f_{\delta 3}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= \delta_3 \\ f_{U4}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= U_4 & f_{\delta 4}(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) &:= \delta_4 \end{aligned}$$

Таким образом, функция невязок системы уравнений будет выглядеть следующим образом:

$$\text{Neb}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4) := \begin{pmatrix} f\text{U1}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4) - 110 \\ f\delta 1(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4) - 0 \\ \text{Re}(\text{S2}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4)) - \text{P2} \\ \text{Im}(\text{S2}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4)) - \text{Q2} \\ \text{Re}(\text{S3}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4)) - \text{P3} \\ \text{Im}(\text{S3}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4)) - \text{Q3} \\ \text{Re}(\text{S4}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4)) - \text{P4} \\ \text{Im}(\text{S4}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4)) - \text{Q4} \\ \text{Re}(\text{S12n}(\text{U1}, \text{U2}, \text{U3}, \text{U4}, \delta 1, \delta 2, \delta 3, \delta 4)) - \text{P12n} \end{pmatrix}$$

Запишем матрицу частных производных функции невязок по компонентам вектора независимых переменных:

$$D(U_1, U_2, U_3, U_4, \delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4) :=$$

Будем считать, что все измерительные приборы имеют одинаковые дисперсии ошибок измерения 0,1 и независимы друг от друга. Тогда ковариационная матрица будет выглядеть следующим образом:

$$\text{COV} := \begin{pmatrix} 0.01 \\ 0.01 \\ 0.01 \\ 0.01 \\ 0.01 \\ 0.01 \\ 0.01 \\ 0.01 \\ 0.01 \end{pmatrix} \quad \text{Rv} := \text{diag}(\text{COV})$$

Обозначим через A:

$$A(U1, U2, U3, U4, \delta1, \delta2, \delta3, \delta4) := D(U1, U2, U3, U4, \delta1, \delta2, \delta3, \delta4)^T \cdot Rv^{-1} \cdot D(U1, U2, U3, U4, \delta1, \delta2, \delta3, \delta4)$$

В качестве начальных приближений примем номинальные напряжения и нулевые фазовые углы:

$$X := \begin{pmatrix} 110 \\ 110 \\ 110 \\ 110 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Решение методом Ньютона может быть найдено, повторив несколько итераций:

$$\Delta X := A(X_0, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7)^{-1} \cdot D(X_0, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7)^T \cdot Rv^{-1} \cdot (-\text{Neb}(X_0, X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7))$$

$$X := X + \Delta X$$

После определения вектора независимых переменных, могут быть

найденны все зависимые переменные, используя введенные ранее функции.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками: процессор Intel Pentium с тактовой частотой не менее 1 ГГц, оперативная память – не менее 1 Гб, свободное дисковое пространство – не менее 2 Убайт, монитор типа SVGA с диагональю не менее 15". Программное обеспечение – операционная система WINDOWS 7 и выше / Linux.

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров: самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

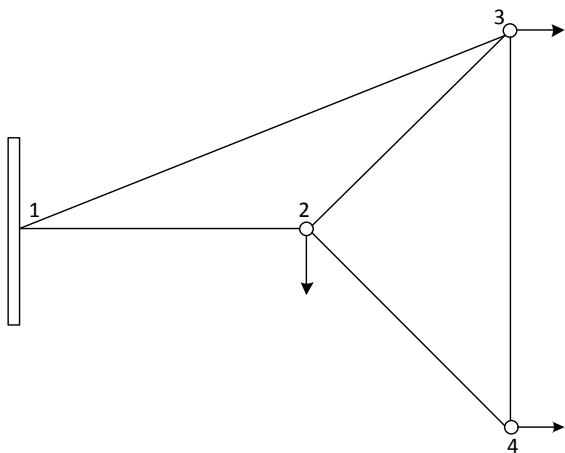
Защита работы

Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает индивидуальное задание. Защита лабораторной работы происходит только после его выполнения (индивидуального задания). При защите лабораторной работы студент отвечает на контрольные вопросы, приведенные в конце, и поясняет выполненное индивидуальное задание. Ход защиты лабораторной работы контролируется преподавателем.

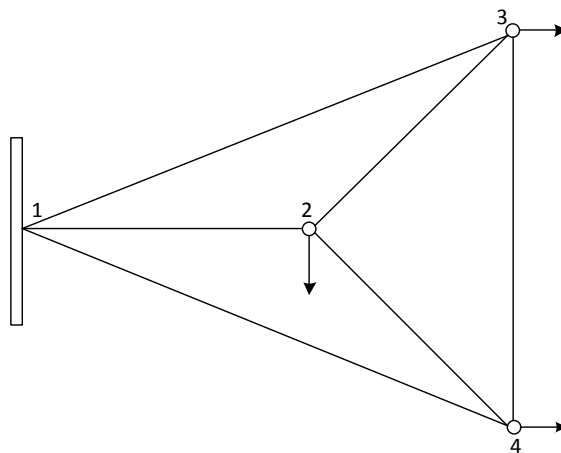
Задание

Составьте систему уравнений и выполните оценивание состояния для схемы, согласно Вашему номеру варианта.

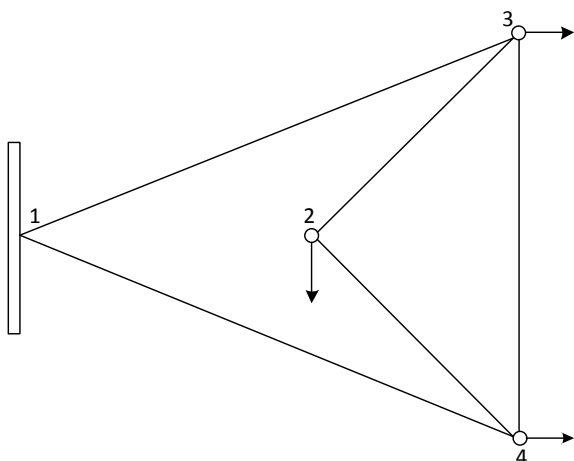
Вариант №1



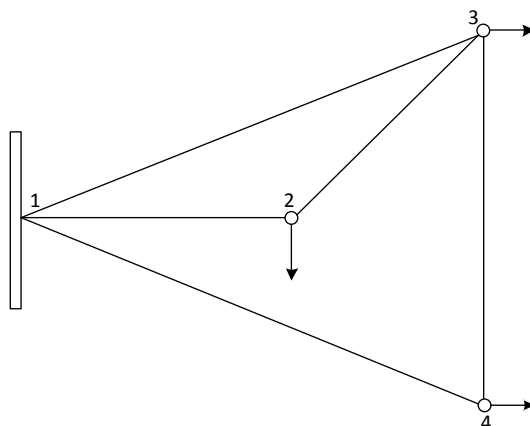
Вариант №2



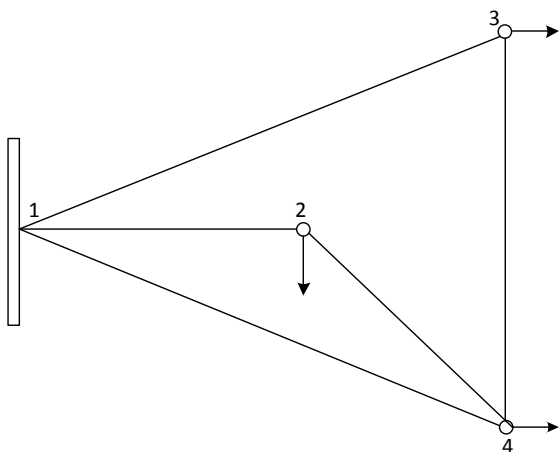
Вариант №3



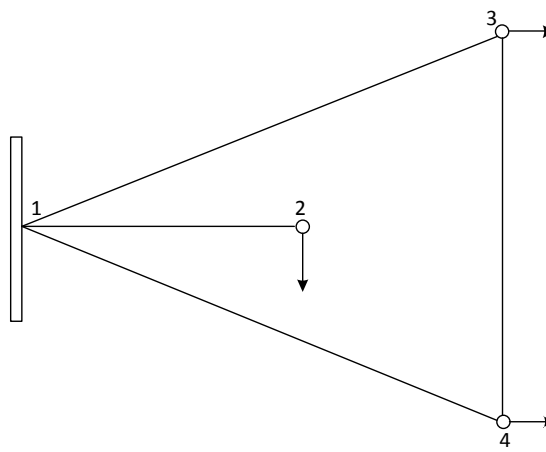
Вариант №4



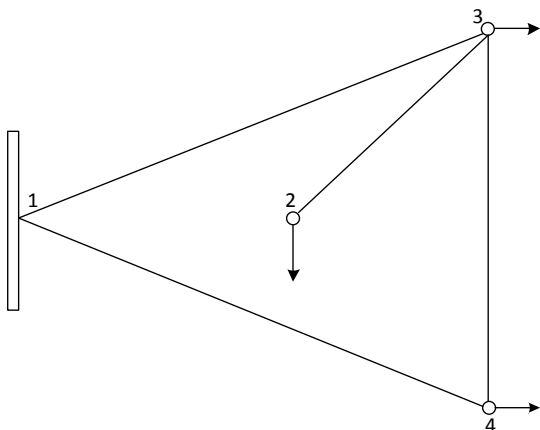
Вариант №5



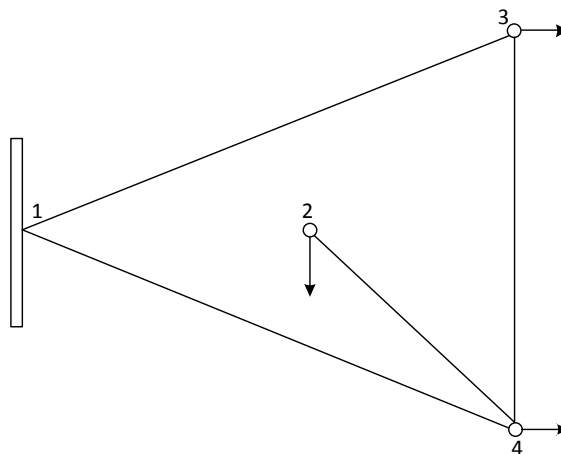
Вариант №6



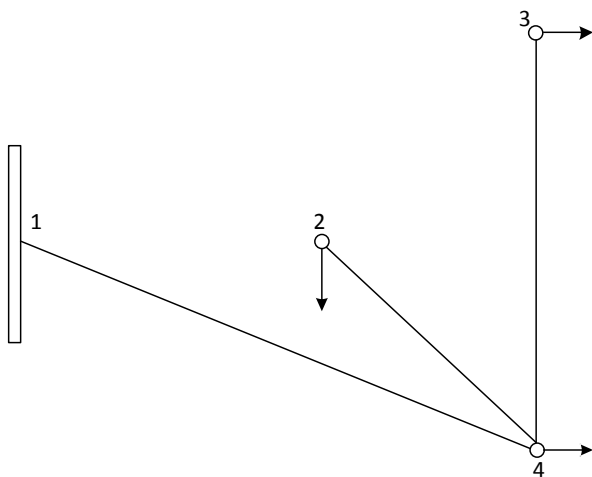
Вариант №7



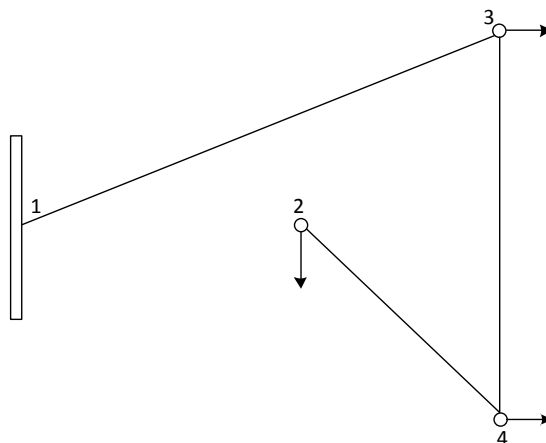
Вариант №8



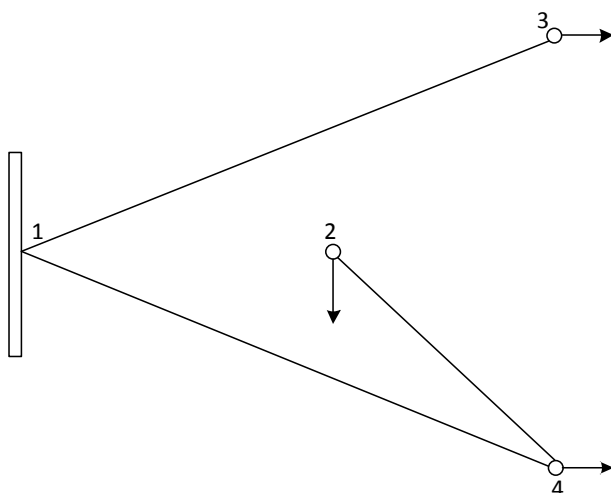
Вариант №9



Вариант №10



Вариант №11



Вариант №12

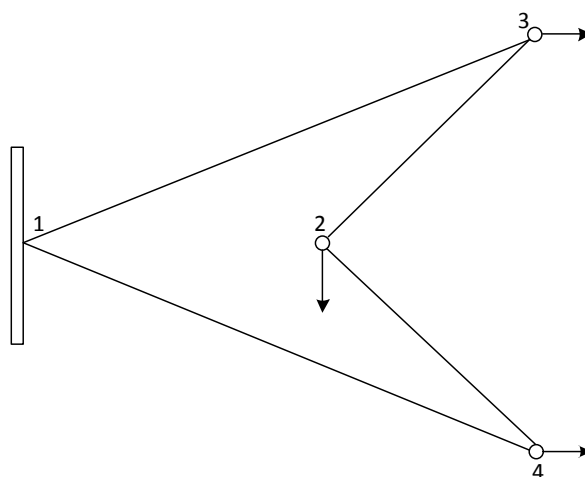


Таблица 1.1 – Значения телеизмерений

Вариант	Провод	Длина каждой ЛЭП, км	U1, кВ	U2, кВ	U3, кВ	U4, кВ	P2, МВт	Q2, Мвар	P3, МВт	Q3, Мвар	P4, МВт	Q4, Мвар	Дополнительные измерения
1	АС-150	15	113,00	-	112,00	-	5,00	2,56	15,00	7,68	17,00	6,72	P1_2н=16, P2_4н=5,5
2	АС-150	10	115,00	-	-	114,50	2,00	0,73	14,00	7,17	16,00	9,49	P1_2н=8,5, P2_3к=3
3	АС-150	20	112,00	111,20	-	-	2,00	0,79	13,00	4,27	11,00	4,69	P1_4н=12,8, P1_3н=13,3
4	АС-150	18	114,00	-	-	-	10,00	5,93	12,00	6,15	14,00	6,38	P2_3н=1, P3_4н=1
5	АС-150	8	114,00	-	113,60	-	7,00	3,78	10,00	5,67	15,00	9,30	P1_2н=9,4, P2_4н=2,2
6	АС-150	30	110,00	-	-	108,50	6,00	1,97	14,00	7,93	12,00	7,44	P1_2к=-6, P1_3н=13,4
7	АС-150	10	112,00	111,00	-	111,30	8,00	4,53	12,00	3,94	18,00	9,72	P2_3к=8, P1_3н=19
8	АС-150	12	115,00	-	114,50	-	1,00	0,59	11,00	5,01	16,00	5,26	P1_3н=13, P3_4к=2
9	АС-150	14	110,00	-	-	108,00	9,00	3,56	13,00	6,66	19,00	7,51	P1_4н=41, P3_4к=13
10	АС-150	16	114,00	-	112,00	-	10,00	3,95	5,00	2,83	19,00	7,51	P1_3н=34, P2_4к=10
11	АС-150	17	111,00	-	110,00	-	6,00	2,91	14,00	5,96	19,00	10,77	P1_3н=14, P2_4к=6
12	АС-150	18	115,00	-	-	113,80	5,00	2,13	10,00	5,40	19,00	7,51	P1_3н=15, P2_3к=4,8

$\sigma(U)=0.1$

$\sigma(P)=0.2$

$\sigma(Q)=0.2$

Контрольные вопросы

1. Что такое вектор состояния?
2. Что такое вектор переменных?
3. Что такое вектор заданных параметров режима?
4. Каковы основные задачи формирования модели состояния ЭЭС?
5. Что такое статическое оценивание состояния?

3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Тема: «Изучение программного комплекса КОСМОС»

Цель работы: Приобрести практические навыки работы с ПК «КОСМОС».

Теоретическое обоснование

Программный комплекс КОСМОС предназначен для оперативных расчетов режимов энергосистем на основе телеметрической информации. В настоящий момент в составе комплекса объединены программы решения следующих задач:

- синтеза расчетной схемы на основе описаний схем первичных коммутаций станций и подстанций;
- оценивания режимов энергосистем на основе телеметрической информации;
- расчета установившихся и самоуставливающихся по частоте режимов;
- утяжеления установившихся режимов;
- эквивалентирования установившихся режимов;
- оптимизации режимов по активной мощности;
- оптимизации режимов по реактивной мощности;
- иерархических расчетов режимов энергосистем.

Технологические программы, входящие в состав комплекса, объединены общей сервисной оболочкой и опираются на единую специализированную базу данных. В комплексе широко используются возможности работы с графическими изображениями схем энергосистем и схем первичных коммутаций станций и подстанций. Основной режим работы – интерактивный, предполагающий взаимодействие с технологом в процессе подготовки и проведения расчетов.

В качестве автономной составной части в комплекс входит модуль,

предназначенный для решения задачи оценивания состояния в составе и по инициативе некоторой системы реального времени (оперативно-информационного комплекса, советчика диспетчера, системы централизованного противоаварийного управления и др.). Информационная поддержка функционирования данного модуля, включающая подготовку исходных данных, оперативную коррекцию информации и контроль за его работой, осуществляется с помощью сервисной подсистемы комплекса.

Модуль КОСМОС.EXE обеспечивает решение всех технологических задач и ориентирован на работу в режиме диалога с технологом. Условно можно считать, что сервисные средства комплекса состоят из табличной и графической подсистем.

Табличная подсистема включает следующие средства:

- подготовки, коррекции и переформирования исходных данных;
- обмена информацией с другими программами (экспорт-импорт);
- ведения собственной специализированной базы данных;
- ввода телеметрической информации;
- проведения расчетов режимов по технологическим программам, входящим в состав комплекса;
- формирования результатов расчетов в виде удобных для анализа таблиц.

Графическая подсистема включает средства:

- формирования изображений схем энергосистем;
- формирования изображений схем первичных коммутаций станций и подстанций;
- ввода телеметрической информации;
- проведения расчетов режимов по технологическим программам, входящим в состав комплекса;
- отображения на схемах исходной информации и результатов расчетов;

анализа результатов расчетов с использованием сочетания преимуществ табличного представления и графики.

После запуска модуля КОСМОС.EXE на экране появляется запрос, требующий указать фамилию пользователя, работающего с программой. Если пользователь работал с программой и раньше, то его фамилия находится в выведенном списке. В этом случае необходимо либо совместить окно ввода с фамилией пользователя и нажать клавишу “Enter”, либо установить курсор мышки на соответствующую строку и нажать правую или левую клавишу. В случае, если пользователь работает с программой впервые, необходимо совместить окно ввода с последней чистой строкой запроса и набрать фамилию.

Управление работой программы осуществляется с помощью многоуровневого меню. Программа в основном ориентирована на использование мышки, однако можно работать и с применением клавиатуры. Чтобы инициализировать тот или иной пункт меню, необходимо установить курсор мышки на изображение клавиши на экране и нажать либо клавишу на мышке (правую или левую), либо клавишу “Enter” на клавиатуре. Необходимо отметить, что курсор мышки может перемещаться и при помощи функциональных клавиш. Для этой цели используются клавиши со стрелками (вверх, вниз, вправо, влево). При нажатии на одну из этих клавиш курсор мышки переносится на ближайшее в указанном направлении изображение клавиши на экране. На некоторых этапах работы (например, при просмотре и коррекции таблицы исходных данных) предусмотрено использование и других функциональных клавиш. В таких случаях на изображениях клавиш после надписи, характеризующей ее назначение, указывается наименование дублирующей функциональной клавиши. Так, для вставки новой строки в таблицу может быть использовано либо изображение клавиши с надписью “Вставка/Insert”, либо нажата клавиша клавиатуры с наименованием “Insert”. Работа с меню в табличном и графическом сервисе

имеет свои особенности. В первом случае на экране могут располагаться одновременно меню нескольких уровней. При этом допускается воздействие на изображения клавиш не только последнего уровня, но и предыдущих. При работе в графической сервисной подсистеме на экране может располагаться лишь одно меню и для возврата на предыдущий уровень следует пользоваться клавишей “Выход”. Если некоторые действия, инициируемые с помощью соответствующих клавиш, не могут быть выполнены в текущий момент времени, надписи на этих клавишах будут менее яркими по сравнению с надписями на клавишах, нажатие на которые имеет смысл. На рисунке 3.1 приведено изображение главного меню табличной сервисной подсистемы.

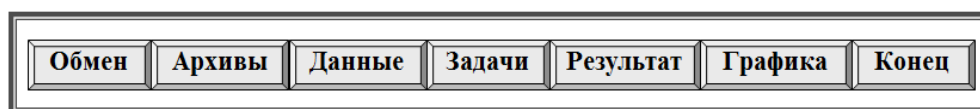


Рисунок 3.1 – Главное меню ПК «Космос»

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками: процессор Intel Pentium с тактовой частотой не менее 1 ГГц, оперативная память – не менее 1 Гб, свободное дисковое пространство – не менее 2 Убайт, монитор типа SVGA с диагональю не менее 15”. Программное обеспечение – операционная система WINDOWS 7 и выше.

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров: самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу

лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

Защита работы

Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает индивидуальное задание. Защита лабораторной работы происходит только после его выполнения (индивидуального задания). При защите лабораторной работы студент отвечает на контрольные вопросы, приведенные в конце, и поясняет выполненное индивидуальное задание. Ход защиты лабораторной работы контролируется преподавателем.

Задание

1. Изучите документацию к ПК Космос
2. Ответьте на контрольные вопросы.
3. Введите в ПК Космос схему сети и телеизмерения, соответствующие Вашему варианту из предыдущей лабораторной работы.
4. Выполните оценивание состояния.
5. Сравните результаты, полученные путем ручного расчета и выданные ПК Космос.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение и возможности ПК «КОСМОС»?
2. Какие основные команды меню ПК «КОСМОС»?
3. Каковы основные подсистемы ПК «КОСМОС»?
4. Что включает в себя табличная подсистема ПК «КОСМОС»?
5. Что включает в себя графическая подсистема ПК «КОСМОС»?

4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Тема: «Изучение структуры и основных настроек ОИУК СК – 2003»

Цель работы: Приобрести практические навыки работы с ОИУК «СК-2003».

Теоретическое обоснование

4.1 Основные сведения о комплексе «СК-2003»

Оперативно-информационный комплекс (ОИК) «СК-2003» – это программно-аппаратный комплекс, предназначенный для надежного получения данных о текущем режиме энергетической системы (единой, объединенной), высокопроизводительной обработки поступающей информации и выдачи оперативному персоналу всех изменений режима, состояния оборудования и аварийно-предупредительных сообщений в темпе поступления информации.

ОИК «СК-2003» включает в себя функции, обеспечивающие безопасное проведение ремонтно-восстановительных работ в энергосистеме, поддержание баланса мощности и ведение согласованного режима.

ОИК «СК-2003» обеспечивает архивирование заданного набора оперативной информации, включая данные о режиме энергосистемы, произошедших событиях, действиях операторов, диспетчеров и других пользователей на указанную глубину.

4.2 Сетевая структура ОИК «СК-2003»

В основу архитектуры «СК-2003» положена сетевая модель, подразумевающая наличие множества серверов ОИК, работающих в различных точках локальных и глобальных вычислительных сетей, использующих IP-протоколы.

Различают три уровня иерархии: домен, группа и сервер.

Доменом ОИК называется совокупность серверов, каждый из которых выполняет все или часть функций приема, обработки, архивирования информации о режиме работы и выработки управляющих воздействий для одного объекта управления, т.е., служащих одной цели.

В одном центре управления может быть организовано любое число доменов ОИК, каждый из которых работает автономно и предназначен для выполнения своей функции: основной домен, тренажерный домен, полигон и т.д. Работа одних доменов ОИК не влияет на работу других доменов. Пользователь самостоятельно или при помощи администратора настраивает свой компьютер на работу с нужным доменом ОИК. Он автоматически подключается к одному из серверов (главному серверу основной группы) этого домена.

Вторым уровнем являются группы серверов. *Группой ОИК называется совокупность серверов, выполняющих одни и те же функции (быть может, в разные моменты времени) и обладающие в нормальном режиме работы идентичным содержимым баз данных и автоматически выравнивающие это содержимое после устранения аварийных ситуаций по основному серверу в группе.*

Каждая группа может входить только в один домен. Количество групп в домене и серверов в группе не ограничено. Имена групп внутри одного домена должны быть уникальными. Группам присваивается приоритет. Пользователи ОИК по умолчанию подключаются к домену и группе с максимальным приоритетом. Имеется возможность в параметрах запуска явно указать группу и сервер, к которым следует подключаться.

Третьим уровнем являются серверы. *Сервером в сети ОИК считается любой компьютер, на котором запущен сервис ОИК, рассылающий групповые пакеты «СК-2003».* Состав запущенных задач на различных серверах, как правило, бывает различным.

На рисунке 4.1 представлена типовая структура ОИК «СК-2003», наглядно иллюстрирующая рассмотренные понятия домена, группы и сервера.



Рисунок 4.1 – Пример структуры СК-2003

Такая сложная архитектура необходима для повышения надежности получения и хранения данных о режимных параметрах ЭЭС в базе данных реального времени (БД РВ).

БД РВ – база данных реального времени – БД, специально оптимизированная для обработки большого потока запросов на запись информации.

В домен ОИК может быть объединено произвольное число серверов. Один или более серверов могут составлять группу, предназначенную для горячего резервирования. Таких групп может быть несколько. Распределение функций в группе заранее не предопределено. Любой из них может исполнять роль основного или резервного сервера. На обоих серверах, объединенных в группу, должен быть запущен свой экземпляр БД РВ. Резервная БД РВ подписывается у основной на все изменения всех категорий

оперативной информации, обеспечивая тем самым репликацию в реальном времени. Так как в резервной БД РВ всегда хранится полная копия основной базы данных, оператор может легко поменять роли серверов в группе всего одной командой. Либо сервисы ОИК, обнаружив сбой в работе основного сервера ОИК, изменяют роли серверов или групп в домене самостоятельно в автоматическом режиме. При смене ролей все клиенты ОИК, работавшие с основным сервером главной группы ОИК в своем домене, автоматически переключатся к другому серверу, который начал выполнять основную роль в этой группе. Смена ролей внутри группы или групп в домене может понадобиться, например, для проведения регламентных работ или обновления серверного программного обеспечения.

4.3 Клиентская часть ОИК СК-2003

ОИК «СК-2003» построен по клиент-серверной архитектуре. Все клиентские программы можно условно разделить на 3 типа:

1. Программы для управления серверами ОИК. Это в основном служебные программы, позволяющие администратору ОИК управлять составом и параметрами запуска серверов ОИК «СК-2003».

2. Редакторы нормативно-справочной информации и других параметров ОИКа. Позволяют технологам настроить оперативно-информационный комплекс на работу с конкретным оборудованием телемеханики и на конкретном предприятии.

3. Система отображения ОИК. Это, можно сказать, своего рода «лицо» комплекса, с которым чаще всего работают рядовые пользователи. Сюда входим прежде всего программа «Монитор отображения» и «Анализ данных».

Рассмотрим подробно первые два типа программ. Программы «Монитор отображения» и «Анализ данных» будут рассмотрены в следующей практической работе.

4.3.1 Управление серверами ОИК «СК-2003»

Контроль, настройка и управление серверами ОИК осуществляется с помощью программы «Управление задачами ОИК» (OIKDisp.exe), которая предназначена для мониторинга состояния и реализации управляющих воздействий на ядро программного комплекса «СК-2003». Программа позволяет дистанционно управлять любыми серверами ОИК, проводить диагностику возникающих при эксплуатации проблем.

Запуск программы осуществляется через меню «Пуск → Программы → Клиент СК-2003 → Администрирования → Управление → Управления задачами ОИК». Диалоговое окно программы сразу после запуска изображено на рисунке 4.2. Подключение может производиться: к выбранному домену или к выбранной группе. Для этого нужно выбрать соответствующую команду меню «Соединение→Соединиться с доменом ОИК» или «Соединение→Соединиться с группой ОИК».

В последнем случае пользователь выбирает один из серверов в нужной группе. При подключении к группе программа будет устанавливать соединение с тем сервером, который ей был указан. При подключении к домену программа Управление задачами ОИК предоставит информацию о всех группах и всех серверах в каждой группе, входящей в домен; соединение в каждой группе будет установлено с главными серверами.

При установлении соединения с доменом или группой серверов ОИК необходимо ввести пароль. Существует три уровня доступа или вида пароля, которые разграничивают права на доступ к объектам управления ОИК:

- Администрирование;
- Управление;
- Просмотр.

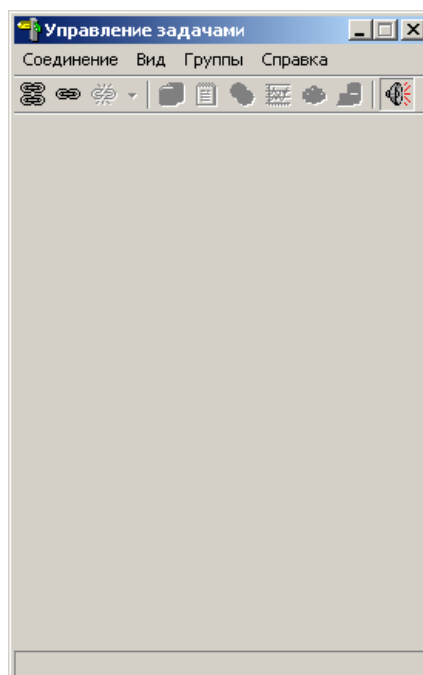


Рисунок 4.2 – Диалоговое окно программы «Управление задачами ОИК»

Пароль «Для просмотра» позволяет осуществлять визуальный контроль за работоспособностью серверов, входящих в группу/домен. Все составляющие элементы администрирования серверов ОИК являются доступными только для просмотра.

Пароль «Управление» предоставляет возможность осуществлять визуальный контроль за работоспособностью серверов ОИК, выполнять изменение ролей серверов (переход с основного на резервный), производить запуск, останов и рестарт серверных задач. Кроме того, предоставляется возможность управления сервисами ОИК – одна из функций администрирования.

Пароль «Администратора» дает полный набор возможностей по администрированию серверов ОИК. В данном режиме становится доступным меню Правка в главном окне программы и предоставляется возможность просмотра и изменения параметров пакетов программ, определение статуса пакетов, описания дополнительных внешних служб.

Для смены любого из паролей необходимо использовать пункт меню Правка | Изменить пароль. При смене любого из паролей необходим предварительный ввод пароля администратора.

После установления соединения, диалоговое окно программы «Управление задачами ОИК» принимает вид, представленный на рисунке 4.3.

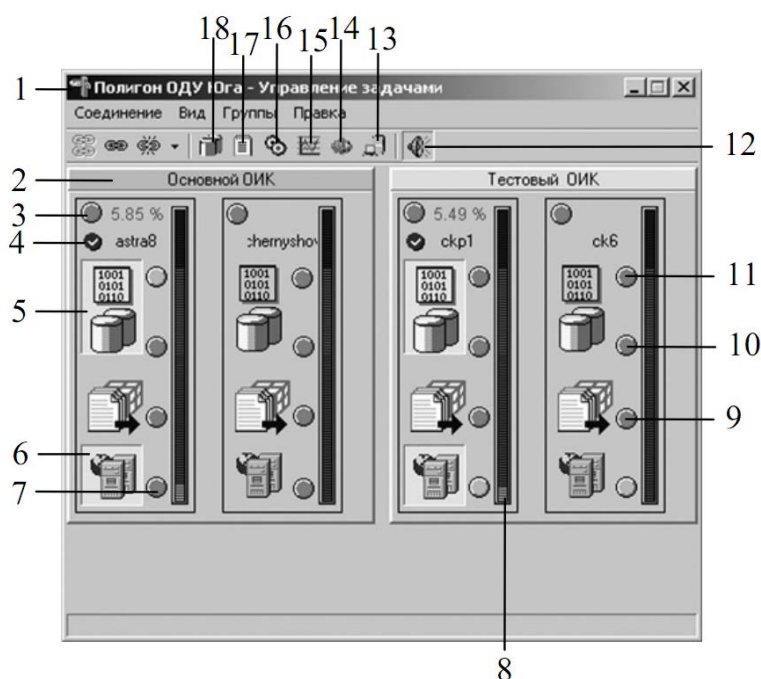


Рисунок 4.3 – Диалоговое окно программы «Управление задачами ОИК» после установки соединения

- 1 – Заголовок окна с именем домена, к которому произведено подключение;
- 2 – Статус группы ОИК – отображается название группы, статус отображается цветом;
- 3 – Состояние сервиса ОИК;
- 4 – Информация предоставлена этим сервером;
- 5 – Индикация основного сервера ОИК;
- 6 – Индикация основного SQL;
- 7 – Службы: SQL, SQL Server Agent, Сервис статистики работы ПАК;
- 8 – Текущий уровень загрузки;
- 9 – Архивирование данных в РБД;
- 10 – БД РВ;
- 11 – Серверные задачи;
- 12 – Включение звука;
- 13 – Управление сервисами ОИК;
- 14 – Состояние служб SQL – управлением другими (не сервисом ОИК) службами;
- 15 – График изменения загрузки процессоров;
- 16 – Список задач;

С помощью этой программы можно контролировать работу серверов и управлять задачами на любом из серверов в выбранном домене или группе ОИК. Для индикации сервера, к которому было произведено подключение, на соответствующей панели присутствует значок в виде галочки на синем фоне. Для визуального контроля предназначена главная панель, на которой отображаются основные параметры работы группы серверов: текущая загрузка процессоров, включая загрузку многопроцессорных машин, состояние подсистем ОИК, а так же статус сервера в группе – основной или резервный. Состояние подсистем (Сервис ОИК, БД РВ, Серверные задачи, Архивирование, Внешние службы, включая РБД) индицируется цветом и миганием лампочек на главной панели. Смена ролей групп и серверов, старты, остановки и аварийные остановки пакетов программ помимо визуальной индикации сопровождаются краткими звуковыми сигналами. Для активизации звуковой сигнализации на панели инструментов предусмотрена специальная кнопка.

Лампочки, находящиеся возле каждой из подсистем, сигнализируют о ее состоянии:

- зеленый – все задачи данной подсистемы работают;
- желтый – работают не все задачи данной подсистемы;
- красный – все задачи данной подсистемы выключены.

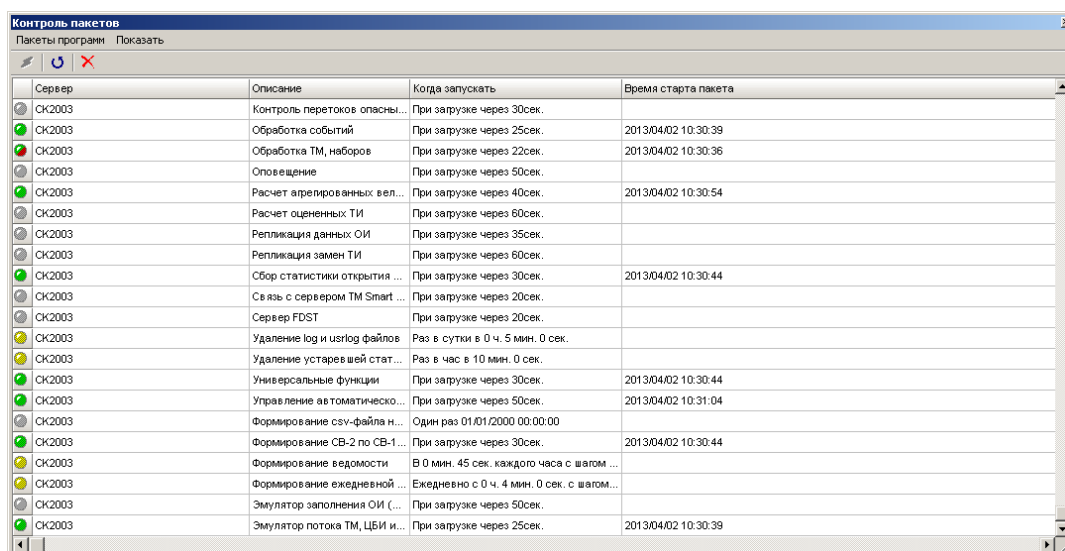
Сервер ОИК «СК-2003» представляет собой ядро и множество небольших программ, работающих относительно независимо друг от друга, объединяемых в пакета. Для реализации контроля и управления работой пакетов программ необходимо вызвать диалоговое окно Контроль пакетов, нажав кнопку  или при выборе пункта меню «Вид | Контроль пакетов». Откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 4.4.

При выборе подключения к домену в этом окне отобразится список

серверных задач всех серверов домена.

В окне Контроль пакетов лампочки, находящиеся возле наименования пакета сигнализируют о состоянии данного пакета:

- зеленым цветом обозначается запущенная и работающая серверная задача (активная);
 - желтым – незапущенная (неактивная), ожидающая своего времени запуска;
 - серым – запускаемая вручную;
 - красным – запущенная сервисом ОИК, но не работающая серверная задача.
- зеленая лампочка, подсвеченная снизу красным говорит о том, что в настоящий момент серверная задача аварийно завершается.



Сервер	Описание	Когда запускать	Время старта пакета
СК2003	Контроль перетоков опасны...	При загрузке через 30сек.	
СК2003	Обработка событий	При загрузке через 25сек.	2013/04/02 10:30:39
СК2003	Обработка ТМ, наборов	При загрузке через 22сек.	2013/04/02 10:30:36
СК2003	Оповещение	При загрузке через 50сек.	
СК2003	Расчет агрегированных вел...	При загрузке через 40сек.	2013/04/02 10:30:54
СК2003	Расчет оцененных ТИ	При загрузке через 60сек.	
СК2003	Репликация данных ОИ	При загрузке через 35сек.	
СК2003	Репликация замен ТИ	При загрузке через 60сек.	
СК2003	Сбор статистики открытия ...	При загрузке через 30сек.	2013/04/02 10:30:44
СК2003	Связь с сервером TM Smart ...	При загрузке через 20сек.	
СК2003	Сервер FDST	При загрузке через 20сек.	
СК2003	Удаление log и usrllog файлов	Раз в сутки в 0 ч. 5 мин. 0 сек.	
СК2003	Удаление устаревшей стат...	Раз в час в 10 мин. 0 сек.	
СК2003	Универсальные функции	При загрузке через 30сек.	2013/04/02 10:30:44
СК2003	Управление автоматически...	При загрузке через 50сек.	2013/04/02 10:31:04
СК2003	Формирование csv-файла н...	Один раз 01/01/2000 00:00:00	
СК2003	Формирование СВ-2 по СВ-1...	При загрузке через 30сек.	2013/04/02 10:30:44
СК2003	Формирование ведомости	В 0 мин. 45 сек. каждого часа с шагом ...	
СК2003	Формирование ежедневной ...	Ежедневно с 0 ч. 4 мин. 0 сек. с шагом...	
СК2003	Эмулятор заполнения ОИ (...)	При загрузке через 50сек.	
СК2003	Эмулятор потока ТМ, ЦБИ и...	При загрузке через 25сек.	2013/04/02 10:30:39

Рисунок 4.4 – Диалоговое окно «Контроль пакетов»

Используя соответствующие пункты меню можно запустить пакеты задач – , прекратить их выполнение –  и перезапустить работающий пакет –  .

Для редактирования списка программ, представленного в диалоговом окне, изображенном на рисунке 4, необходимо выполнить команду

«Правка→Основной ОИК→Пакеты программ». Откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 4.5.

С помощью указанного редактора можно добавить или удалить пакет программ, настроить способ его запуска (вручную или через определенный промежуток времени после старта ядра ОИК) или другие параметры его работы. Для примера, рассмотрим программу «Эмулятор потока ТМ, ЦБИ из файла» (ntfile.exe). Эта программа позволяет эмулировать псевдо измерения, получаемые от устройств телемеханики. Программа предназначена для тестирования комплекса и осуществляет эмуляцию потока ТИ и ТС из файлов заданной структуры. Для редактирования параметров запуска этого пакета необходимо выбрать его в списке пакетов и нажать на кнопку «Изменить». Откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 4.6. По умолчанию, указанный пакет запускается вручную, о чем свидетельствует соответствующий флажок, установленный в группе настроек «запуск». Можно настроить запуск программы при запуске сервера. Для этого нужно убрать флажок «Вручную», в появившемся выпадающем списке выбрать пункт «При запуске», и указать время в секундах, соответствующий интервалу времени после запуска ядра сервера, через который должен стартовать пакет.

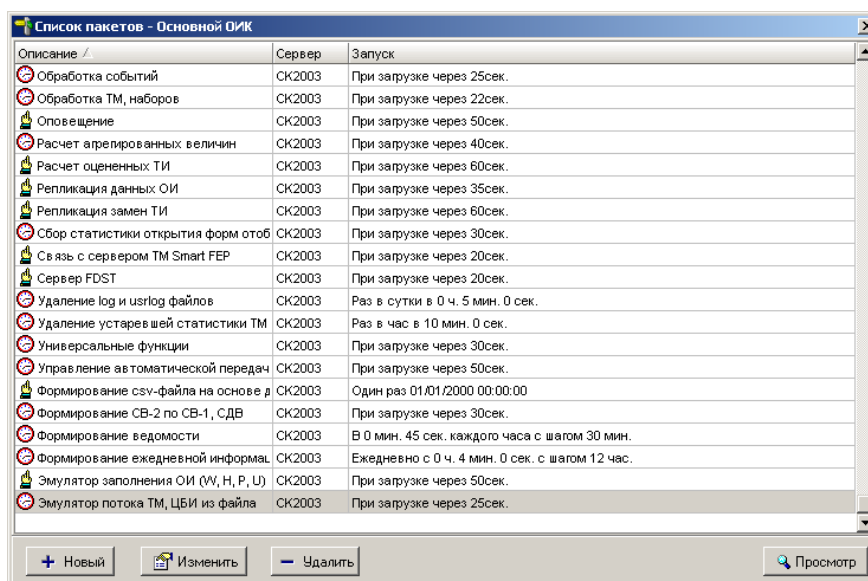


Рисунок 4.5 – Редактор пакетов программ

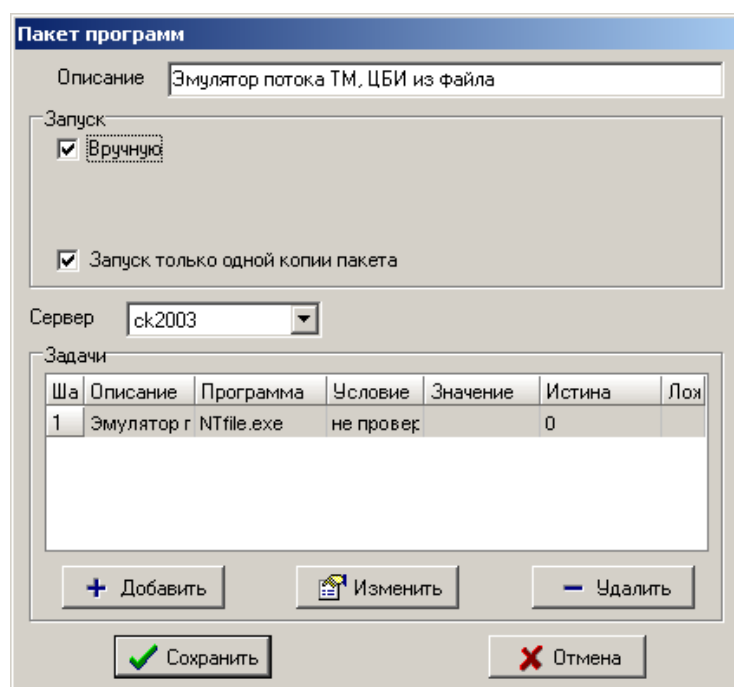


Рисунок 4.6 – Настройки пакета программ «Эмулятор потока ТМ, ЦБИ из файла»

Кнопка «Изменить» позволяет настроить дополнительные параметры командной строки пакета программ. Полный список параметров командной строки приведен ниже.

Таблица 4.1 – Параметры командной строки программы ntfile.exe

Имя параметра	Назначение параметра	Знач.по умолчанию
NameBDRV	Наименование БД РВ, к которой необходимо подключиться программе	
PathTI	Путь к файлу описания ТИ	TI.dat
PathTC	Путь к файлу описания ТС	TC.dat
Noise	Добавлять ли шум к ТИ (от 0 до 100). 0 – нет шума, 100 – максимальный шум.	0
Interval	Цикл генерации потока ТИ и ТС, число от 500 до 1000*Delta (миллисекунд)	0
DbgLev	Уровень подробности журнала работы серверной задачи (1-7)	7

Для описания потока ТИ используется файл текстового формата. Каждое ТИ описывается в отдельной строке. Формат строки описания ТИ:

ТИ<идентификатор или диапазон ТИ>= <значение1>[*<количество шагов1> [{;<значениеi>*<количество шаговi> }]]

В начале строки вводятся два символа «ТИ». Далее вводят идентификатор или диапазон (задается в формате <начальный идентификатор>...<конечный идентификатор>), после которого должен следовать символ равенства «=». Затем должно быть задано, по крайней мере, одно значение ТИ. Далее – количество шагов, в течение которого значение ТИ не изменяется. Значение отделяется от количества шагов символом звездочки «*». Далее может быть задано любое количество значений ТИ и шагов в том же формате, что и первые. Разные значения отделяются друг от друга точкой с запятой. Количество записей значений для каждого ТИ не ограничено. Шаг – промежуток времени (миллисекунд), определяемый параметром командной строки Interval. Пример файла ТИ приведен ниже:

```
ТИ1=50*1;51*1;50.9*1;50.8*1;50.7*1;40*1;45*1;51*1;52*1;53*1;55*1;60*1;
ТИ2=10*1;11*1;12*1;13*1;14*1;15*1;16*1;17*1;18*1;19*1;20*1;21*1;
ТИ3=20*1;21*1;22*1;23*1;24*1;25*1;26*1;27*1;28*1;29*1;30*1;31*1;
ТИ4=30*1;31*1;32*1;33*1;34*1;35*1;36*1;37*1;38*1;39*1;40*1;41*1;
ТИ5=40*1;41*1;42*1;43*1;44*1;45*1;46*1;47*1;48*1;49*1;50*1;51*1;
ТИ6=50*1;51*1;52*1;53*1;54*1;55*1;56*1;57*1;58*1;59*1;60*1;61*1;
ТИ7=60*1;61*1;62*1;63*1;64*1;65*1;66*1;67*1;68*1;69*1;70*1;71*1;
ТИ8=70*1;71*1;72*1;73*1;74*1;75*1;76*1;77*1;78*1;79*1;80*1;81*1;
ТИ9=80*1;81*1;82*1;83*1;84*1;85*1;86*1;87*1;88*1;89*1;90*1;91*1;
```

Структура файла ТС аналогична.

4.3.2 Студия НСИ

Основные настройка комплекса производится при помощи программы «Студия НСИ», представляющей собой управляющий модуль,

обеспечивающий единую точку входа и выбора редактируемой базы данных для большого набора редакторов НСИ. Эти редакторы позволяют в доступной для технологов форме вносить изменения в описания различных аспектов комплекса и записывать их в таблицы базы данных. Имеется следующий набор редакторов:

- агрегированных величин;
- групповых объектов управления;
- звуковых схем;
- контроля уровней напряжения и токовой нагрузки;
- межмашинного обмена (ММО);
- опасных сечений;
- описания схем замен ТИ;
- параметров БД РВ;
- планов;
- сети обмена информацией;
- системы контроля ПАК;
- событий;
- спецпараметров и интегралов;
- суточных ведомостей (СВ);
- текстовой информации;
- телеизмерений (ТИ);
- телесигналов (ТС);
- универсальный проводник РБД;
- универсальных хранилищ информации (УХИ);
- форм и стилей отображения;
- формул оперативного и универсального дорасчета;
- числовой ежедневной информации (ЕИ);
- электронного журнала и передачи смен;
- энергетического календаря и временных зон;

– энергообъектов.

Вызов программы «Студия НСИ» осуществляется через меню «Пуск→Все программы→Клиент СК-2003→Редактор НСИ→Студия НСИ» (рисунок 4.7). По каждому редактору имеется подробная инструкция работы пользователю в справочной системе ОИКа.

Для примера, рассмотрим процесс редактирования списка имеющихся в комплексе телеизмерений. Для этого нужно выбрать в списке «Параметры Оперативной информации» пункт «телеизмерений» и нажать на кнопку «молния» на панели инструментов, либо выполнить двойной щелчок мыши по этому пункту. Откроется редактор телеизмерений, изображенный на рисунке 4.8.

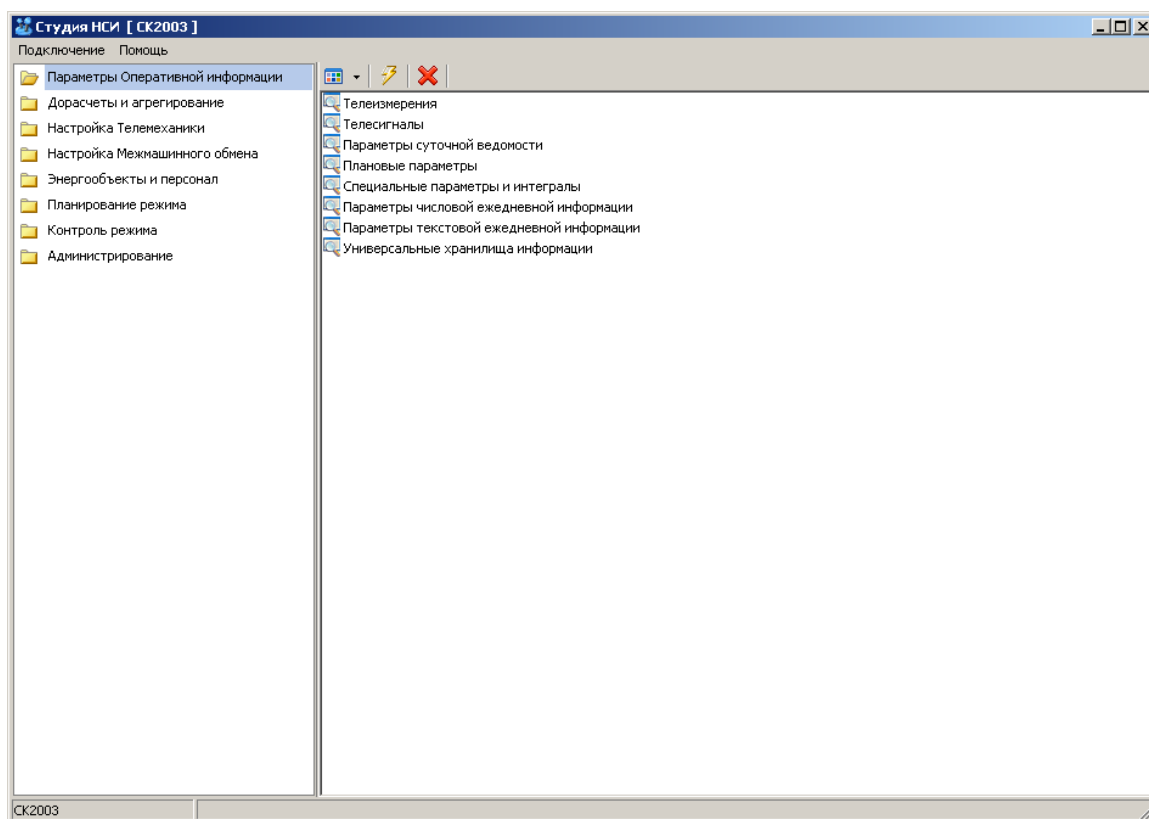


Рисунок 4.7 – Главное окно программы «Студия НСИ»

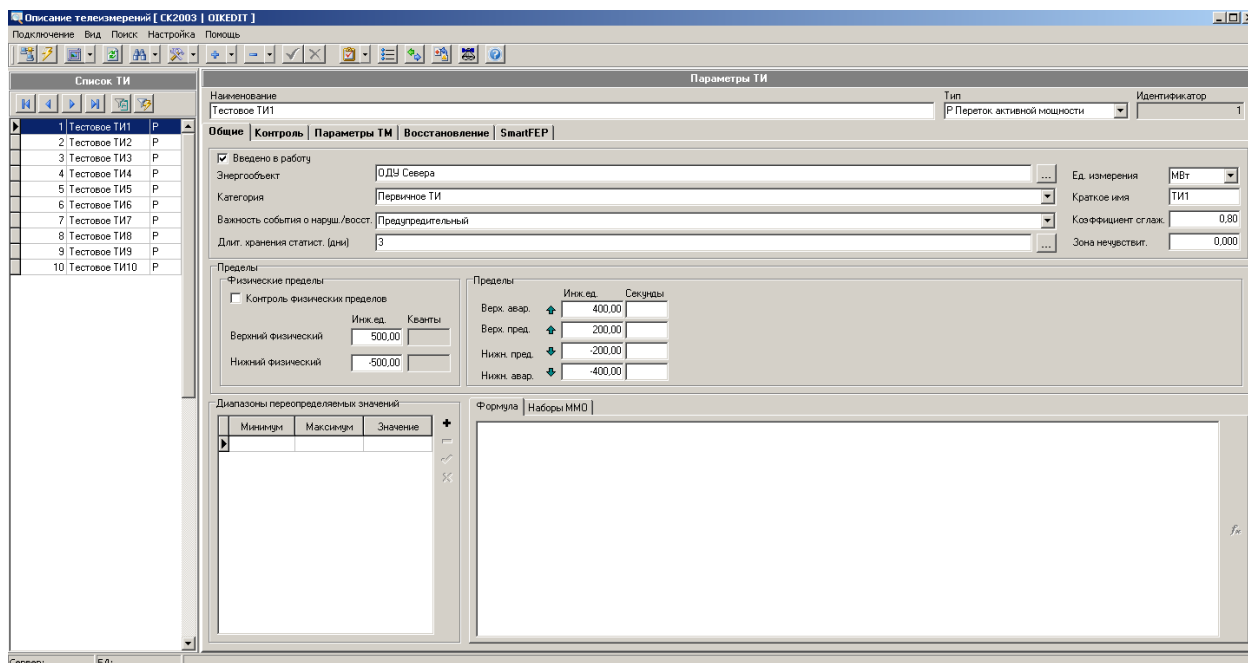


Рисунок 4.8 – Редактор телеизмерений

Как видно из рисунка 4.8, по-умолчанию комплекс содержит 10 тестовых телеизмерений. Выбрав любое ТИ, можно посмотреть и изменить его параметры, к которым относятся:

- тип ТИ (Р – «Переток активной мощности», Рg – «Генерация активной мощности», U – «Напряжение» и так далее);
- энергообъект, которому принадлежит ТИ;
- категория (первичное ТИ, вторичное ТИ, внешнее ТИ, дорасчетное ТИ, нетелемеханизированное ТИ);
- единицы измерения (МВт, кВ, А и так далее);
- нижний и верхний физические пределы;
- другие параметры.

Для того, чтобы добавить новое ТИ, необходимо нажать кнопку «+» на панели инструментов. После этого выбрать нужный тип объекта, название, единицы измерения и категорию «первичное ТИ». Можно также задать пределы измеряемой физической величины для контроля. После этого необходимо установить флажок «Введено в работу» и нажать на кнопку  «Сохранить изменения». Появится дополнительная пустая вкладка

«Параметры ТМ». Нужно ее выбрать и нажать на кнопку «+» - «Добавить описание параметров ТМ». В открывшемся окне можно указать параметры устройства телемеханики, в том числе его класс точности, тип и так далее. Поскольку в практической работе будет использован эмулятор телеизмерений, эти данные можно оставить по-умолчанию. На этом процесс добавления описания ТИ можно считать завершенным. Для того, чтобы обновления вступили в силу, нужно нажать кнопку  «Уведомление об изменении» на панели инструментов.

Методика выполнения работы

1. Изучите теоретическую часть занятия, ответьте на контрольные вопросы.

2. Запустите «Windows 2003 Server» через программу виртуальной машины «Oracle VM Virtual Box». Имя пользователя для входа в систему «Администратор», пароль – не установлен.

3. Подождите секунд 30-40, пока стартуют все сервисы ОИК СК-2003.

4. Запустите программу управления задачами ОИК.

5. Подключитесь к домену «Демонстрационный ОИК СевКавГТУ». Для подключения поочередно используйте пароли для просмотра («sachview»), для управления («sach») и администрирования («sachedit»). Отследите, каким образом изменяет вид окна программы при подключении с различным уровнем доступа.

6. Измените указанные выше пароли на вашу фамилию, записанную латинскими буквами. Для надежности, запишите себе в тетрадь новый пароль.

7. Рассчитайте режим сети, изображенной на рисунке 4.9 согласно Вашему варианту задания, выданного преподавателем.

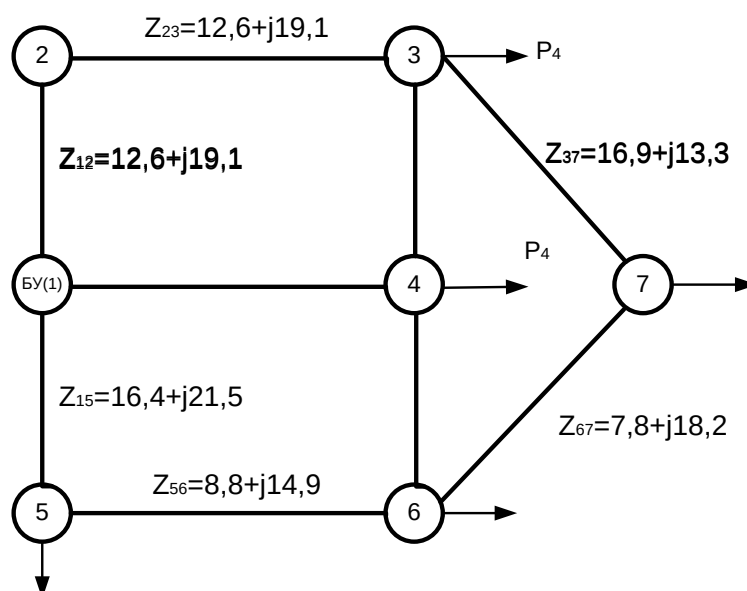


Рисунок 4.9 – Схема питающей сети

Таблица 4.2 – Параметры схемы сети

Первая цифра номера варианта										
Параметры схемы ми режима	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z_{14}	17+j6	10+j9	11+j9	12+j8	13+j7	14+j5	15+j4	16+j3	18+j2	19+j1
Z_{43}	17+j3	16+j6	15+j7	14+j8	13+j9	12+j6	11+j9	10+j9	9+j8	8+j7
Z_{46}	13+j3	12+j4	11+j5	10+j3	11+j4	12+j5	13+j5	14+j5	15+j5	15+j6
U_6	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
$\cos \varphi$	0,8	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89

Таблица 4.3 – Мощности нагрузок, МВА.

Вторая цифра номера варианта									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S2=16	S3=25	S4=40	S2=10	S2=10	S3=25	S2=10	S2=10	S2=16	S3=40
S5=25	S4=25	S6=25	S6=25	S4=40	S4=40	S4=25	S4=40	S4=63	S5=25
S7=40	S5=10	S7=10	S7=10	S6=25	S7=25	S7=16	S5=10	S7=16	S6=40

Для расчета режима воспользуйтесь программой «RastrWin». По результатам расчета выпишите следующие режимные параметры:

- модули напряжений во всех узлах;
- модули токов во всех линиях;
- перетоки активной и реактивной мощности во всех линиях;
- активную и реактивную мощность нагрузки в нагрузочных узлах;

– активную и реактивную мощность генерации в балансирующем узле.

8. С помощью программы «Редактор НСИ» добавьте в ОИК описание ТИ для всех вышеперечисленных параметров.

9. Создайте файл «TI.dat», содержащий 20 значений каждого из вышеперечисленных параметров сгенерированных случайным образом по нормальному закону распределения. Параметры генерации: математическое ожидание соответствует рассчитанному в программе «RastrWin» значению, стандартное отклонение: $\pm 10\%$.

10. Настройте пакет программ «Эмулятор потока ТМ, ЦБИ из файла» для автоматического запуска через $25+N$ секунд, где N – номер вашего варианта. Для эмуляции данных укажите путь к созданному файлу «TI.dat». Интервал времени между телеизмерениями должен быть равен номеру вашего варианта в секундах.

8. После настройки автоматического запуска программы «Эмулятор потока ТМ, ЦБИ из файла» перезагрузите систему. Заново зайдите в программу управления задачами ОИК и убедитесь, что программа ntfile.exe запустилась без ошибок.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками: процессор Intel Pentium с тактовой частотой не менее 1 ГГц, оперативная память – не менее 1 Гб, свободное дисковое пространство – не менее 2 Убайт, монитор типа SVGA с диагональю не менее 15". Программное обеспечение – операционная система WINDOWS 7 и выше / Linux.

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров:

самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

Защита работы

Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает индивидуальное задание. Защита лабораторной работы происходит только после его выполнения (индивидуального задания). При защите лабораторной работы студент отвечает на контрольные вопросы, приведенные в конце, и поясняет выполненное индивидуальное задание. Ход защиты лабораторной работы контролируется преподавателем.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте сетевую структуру ОИК «СК-2003».
2. Дайте определение базы данных реального времени. Каково ее назначение?
3. Что такое домен ОИК «СК-2003»?
4. Что такое группа ОИК «СК-2003»?
5. Что такое сервер ОИК «СК-2003»?
6. Каким образом осуществляется управление серверами ОИК «СК-2003»?
7. Какие существуют уровни доступа для управления серверами ОИК? Кратко охарактеризуйте каждый из них.

8. Какие типы клиентских программ существуют в ОИК «СК-2003»?
8. Как осуществляется управление пакетами программ ОИК «СК-2003»?
10. Перечислите основные состояния, в которых могут находиться сервисы ОИК «СК-2003».
11. Каким образом осуществляется редактирования списка программ ОИК «СК-2003»? Какой уровень доступа для этого необходим?
12. Для чего нужна программа «ntfile.exe»? Перечислите основные параметры ее запуска.
13. Для чего используется программа «Студия НСИ»?
14. Перечислите основные типы ТИ, существующие в ОИК «СК–2003»
15. Опишите кратко процесс добавления нового ТИ.

5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

5.1 Общее описание системы отображения ОИУК СК-2003

Система отображения ОИК СК-2003 является многооконной графической системой, разработанной для отображения в среде Windows и не ограниченной размерами обычных дисплеев.

Одной из важных функций системы отображения является единообразное управление выводом оперативной информации ОИК как на монитор компьютера пользователя, так и на проекционный диспетчерский щит.

Графические возможности «СК-2003» (масштабируемая векторная графика) позволяют создавать схемы отдельных энергообъектов, энергосистем и энергообъединений.

По типу отображения, а так же по способу создания форм, в ОИК «СК-2003» различают табличные формы, графические схемы, наборы данных, отображаемые в табличном и графическом виде, приборы.

5.2 Монитор отображения СК-2003

«Монитор отображения» является центральной частью пользовательского интерфейса ОИК «СК-2003». У каждого зарегистрированного пользователя «СК-2003» есть два стандартных способа запуска этой программы: с рабочего стола пользователя или из панели задач Windows.

При запуске этой программы выполняется поиск работающих серверов ОИК. ОИК «СК-2003» представляет собой сетевой комплекс, в компьютерной сети, к которой подключен компьютер пользователя, может одновременно работать несколько серверов ОИК, выполняющих разные функции. Например, в сети могут присутствовать несколько серверов основного домена ОИК, с помощью которых диспетчер ведет режим

объединенной энергосистемы, серверы тренажерного ОИК, тестовые серверы, серверы смежных энергосистем. Если специально не задано иное, «Монитор отображения» во время запуска выполняет поиск главного сервера домена ОИК (основной сервер основной по статусу группы ОИК).

Далее происходит соединение с базами данных «СК-2003». В комплексе имеются два типа баз: РБД – реляционные базы данных, хранящие клиентские программы, формы отображения, нормативно-справочную информацию и долговременный архив для формирования печатных документов; БДРВ – базы данных реального времени, хранящие текущие и архивные данные о параметрах режима и планах.

После успешного подключения к базам данных производится проверка наличия у пользователя прав доступа к ОИК, подготавливается список доступных ему форм. Только после этого на экране появляется видимая часть – панель управления «Монитора отображения», выполненная в виде всплывающего окна (рисунок 5.1). Ее свойства аналогичны свойствам стандартной панели задач Windows. Вызвать её можно, подведя курсор к верхней (нижней) части экрана и подождав некоторое время. Параметры всплывания панели (размещение, задержка перед всплыванием, скорость всплывания) и место всплывания могут настраиваться пользователем. При необходимости ширина панели управления может быть увеличена. Кроме того, специально для проекционного щита предусмотрено изменение размера панели управления (при выборе опции – огромный интерфейс).

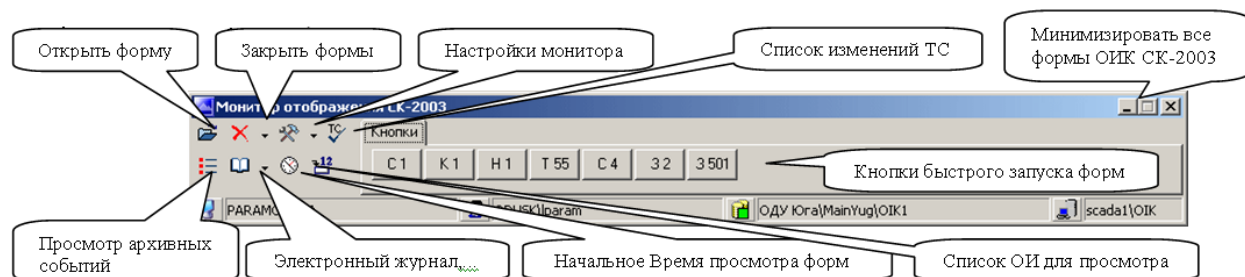


Рисунок 5.1 – Панель управления «СК-2003»

На панели управления «СК-2003» выполнена визуализация статуса базы данных реального времени, с которой работает пользователь ОИК «СК-2003» при помощи пиктограмм:



– основная БДРВ в основной по статусу группе;



– резервная БДРВ основной группы;



– основная БДРВ запасной по статусу группы в домене ОИК.

В нормальном режиме пользователь всегда работает с главным сервером домена ОИК. При возникновении необходимости подключения к другому серверу ОИК в том же или другом домене (при работе с тренажёром (обычно – это другой домен) и т.д.) осуществить данное переключение можно следующим способом. По нажатию на кнопку  рядом с кнопкой общего назначения  на панели управления СК-2003 в появившемся меню выбрать действие  «Подключение». Затем, в окне «Дерево ОИКов», указать нужный ОИК и нажать «ОК». Кнопка «Указать SQL-сервер вручную» применяется для выбора имени РБД сервера, отличного от РБД сервера, который является основным для данной БДРВ.

Группа кнопок общего назначения сгруппирована в левой части панели управления Монитора отображения. С помощью них пользователь может:



«Открыть форму» – вызов окна «Дерево форм», в котором выполняется открытие форм отображения в режиме обновления текущей информации.



«Закрыть формы и извещения» – закрыть все ранее вызванные формы и окна извещений;



подменю со скрытыми элементами:

- «Закрыть формы и извещения»;
- «Закрыть формы»;
- «Закрыть извещения».

 «Настройки» – настроить общие параметры панели управления, настроить индикацию событий различной степени важности, произвести подписку на определённые типы событий и извещений, включая события изменения состояния выбранного пользователем списка ТС, которые будут всплывать на экране компьютера пользователя поверх любых других окон по мере появления сообщений от ОИК;

▼ подменю со скрытыми элементами:

– «Общие настройки»;

– «Оповещения» – вызов редактора списков автоматического напоминания;

– «Подключение...» – вызов списка активных ОИК-ов. В дереве списка можно выбрать любой активный ОИК. ОИК функционирует на нескольких серверах одновременно, распределяя функциональную нагрузку между ними. При изменении конфигурации серверов ОИК клиентская часть автоматически переключится на главный сервер домена ОИК – основной сервер основной по статусу группы;

 «Изменения ТС» – открыть список изменений ТС. При нажатии на эту кнопку на экран выводится окно со списком ТС, изменивших свое значение за последний час (список не содержит дорасчетных и недостоверных ТС).

 «Просмотр событий» – просмотреть архив событий.

 «Время начального просмотра форм» – задать единое начальное время просмотра всех вновь открываемых пользователем форм.

 «Электронный журнал» – вызвать электронный журнал;

▼ подменю со скрытыми элементами:

 «Замена ТИ» – вызвать управляющую библиотеку, позволяющую выполнять замены телеизмерений на замеры с ОВВ;

 «Команды УДГ» – вызвать управляющую библиотеку, позволяющую оформлять команды в электронном журнале в

стандартизированном виде, на основании которых происходит расчет отклонений УДГ от РДГ;



«Наборы обмена информацией» – вызвать библиотеку для управления процессом обмена информацией;



«Импульс-архивы» – запустить библиотеку по работе с импульс-архивами.



«Список ОИ для просмотра» – создать динамический набор параметров с любых форм для просмотра в графическом и табличном виде.

5.3 Работа с формами отображения

Формы в базе данных «СК-2003» сгруппированы по общим функциям или типу. По типу отображения, а так же по способу создания форм, в «СК-2003» различают универсальные и регулярные табличные формы, графические схемы, наборы и графики.

Панель управления позволяет открыть одновременно несколько любых форм. Последняя выведенная на экран форма-окно является активной, все ранее вызванные формы находятся в фоновом режиме, но информация в них продолжает обновляться. Панель управления «Монитора отображения СК-2003» управляет **активной** формой.

Заголовок формы состоит из следующих элементов:

- краткое имя и номер формы;
- дата и время последнего изменения значений параметров на форме;
- наименование формы;
- имена домена_группы_ОИК.

Если начальное время просмотра форм не было задано, то выбранные формы будут показаны с данными за текущее время. В заголовке формы автоматически появляется дата и время последнего изменения значений параметров, отображенных на форме.

Если ранее было задано начальное время вызова форм, то в заголовок открытой формы добавляется слово «=Архив=».

Система отображения позволяет пользователю определить приоритетную форму(ы) из множества открытых форм. Фиксация открытой активной формы производится нажатием на кнопку  в правой части заголовка окна формы. Фиксированные таким способом одна или несколько форм отображаются на экране поверх всех других окон.

При необходимости форму отображения можно скрыть.

Для открытия формы, прежде всего, необходимо активизировать панель управления (подвести курсор мыши к верхней части экрана). При нажатии на кнопку  «Открыть форму» на экране появится окно для работы с деревом форм того сервера ОИК, к которому подключен монитор отображения (рисунок 5.2). При выборе папки (группы) в правой части окна появится список форм, помещенных в данную папку (панель «Формы»). Для открытия одной формы необходимо дважды щелкнуть левой клавишей мыши на её наименовании, либо отметить её левой клавишей мыши, а затем нажать кнопку «Открыть». Для открытия нескольких форм необходимо последовательно помечать их либо левой клавишей мыши в квадрате рядом с наименованием формы (☒) , либо используя клавишу «Пробел», перемещаясь в списке форм с помощью клавиш «Стрелка вверх», «Стрелка вниз». Выбранные формы появляются в нижней части окна (панель «Выбранные формы»). При нажатии на кнопку «Открыть» поочередно откроется все множество выбранных форм.

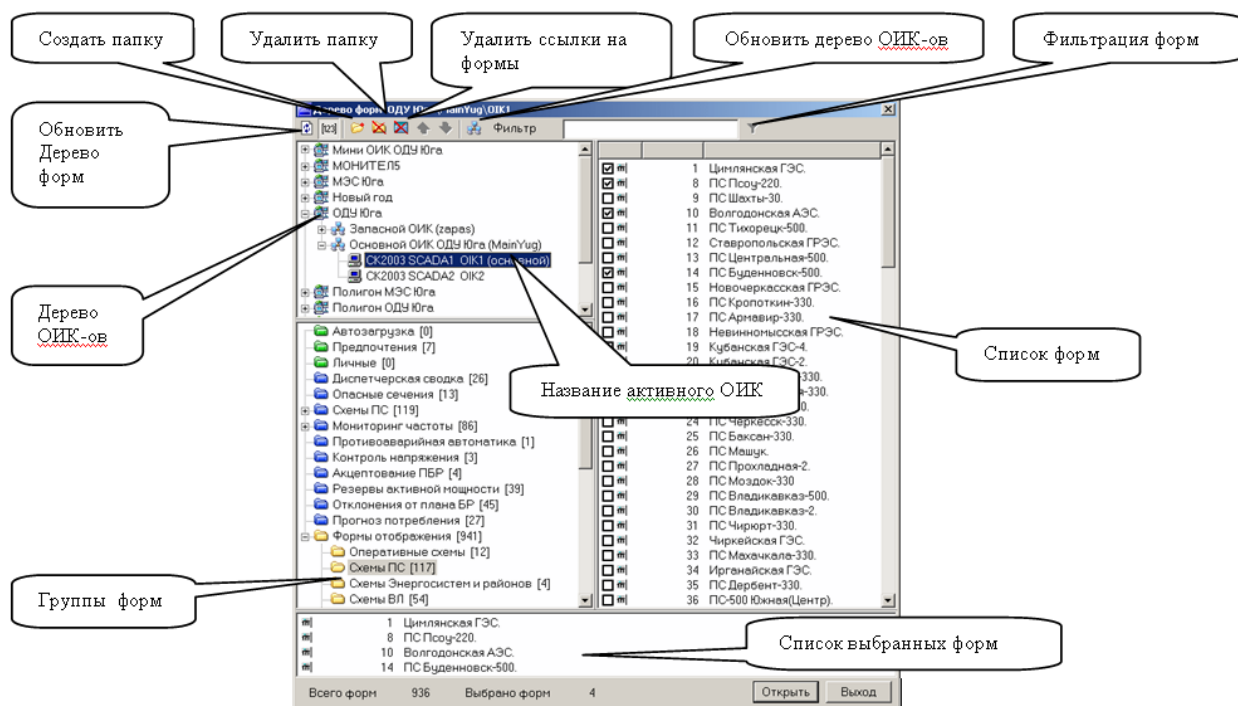


Рисунок 5.2 – Дерево форм

Отказаться от выбора помеченной формы можно либо снятием отметки (убрать галочку левой клавишей мыши), либо в панели «Выбранные формы» выделить наименование удаляемой формы и удалить ее из списка нажатием на клавишу «Delete». Для отказа от любых действий по открытию форм СК-2003 достаточно нажать на кнопку «Выход» в окне «Дерево форм».

При помощи «перетаскивания» (метод «Drag&Drop») захваченных мышью часто вызываемых форм в папку «Предпочтения» и «Автозагрузка» пользователь может организовать свой вариант дерева форм.

Папка «Автозагрузка»: формы этой папки автоматически загружаются при запуске панели управления «Монитора отображения СК-2003».

Папка «Предпочтения»: формы, скопированные в данную папку, появляются в виде кнопок на панели управления в закладке Кнопки. Для вызова таких форм в дальнейшем нет необходимости обращаться к дереву форм.

Кроме стандартных, присутствующих у всех пользователей ОИК «СК-2003», папок «Автозагрузка» и «Предпочтения» существует возможность

создания именованных папок пользователя древовидной структуры в папке «Личные» (см. кнопки в окне Дерево форм). Все папки пользователя, а также папки «Автозагрузка» и «Предпочтения» в дереве форм нарисованы зелёным цветом.

Для табличных форм и графических схем общим является отображение и просмотр данных всех категорий информации в различных режимах (Просмотр, Слежение), отображение факта переключений ТС, переход к другим формам по гиперссылкам – быстрый запуск новой формы из родительской (навигация), фиксация форм на экране пользователя, печать формы, ручное управление ТИ/ТС, просмотр паспорта параметра, расшифровка локальных и универсальных дорасчетов на формах.

В таблице 5.1 приведены символьные признаки значений параметров категорий оперативной информации на табличных и графических формах.

В зависимости от того, какой тип формы (табличный или графический) открыт, меняется панель управления монитора отображения. На рисунке 5.3 изображена панель управления табличной формой, а на рисунке 5.4 – графической.

Таблица 5.1 – Символы качества и источников информации

Символ	Пояснение	Список категорий ОИ
!	Нарушение пределов	ТИ
?	Недостоверность значения параметра ОИ	ТИ, ТС
p	Параметр на ручном управлении – «жесткий» ручной ввод	ТИ, СВ-1, СВ-2, ЕИ, СП, ...
J	Подозрение на резкое изменение значения (скачок)	ТИ
В	Параметр на ручном управлении – объявлено недоверие ТМ, восстановлен дублем (как ТИ, так и СВ) или параметр восстановлен значением дубля серверной задачей Обработка ТМ	ТИ
Н	Параметр на ручном управлении – объявлено недоверие ТМ, не восстановлен дублем по причине недостоверности значений дублирующих параметров	ТИ
З	Принудительная замена на замеры ОВ	ТИ
А	Данные АСКУЭ	СВ-1, СВ-2, ЕИ
f	Дорасчет	ТИ, СВ-1, СВ-2, ЕИ, СП, ...

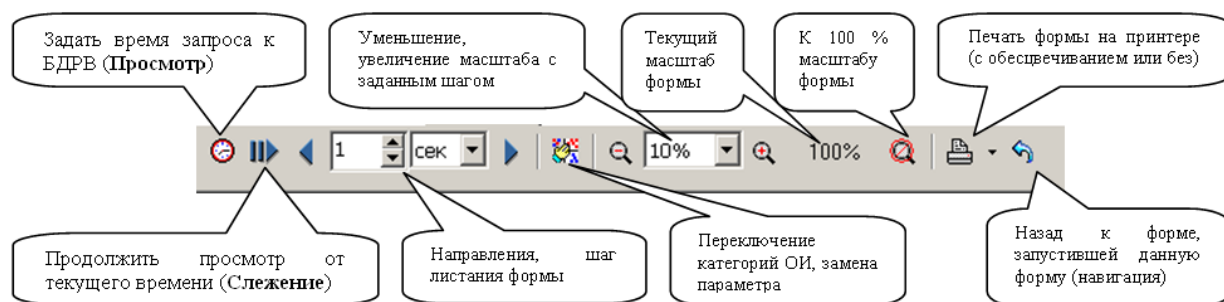


Рисунок 5.3 –Управляющая страница табличной формы

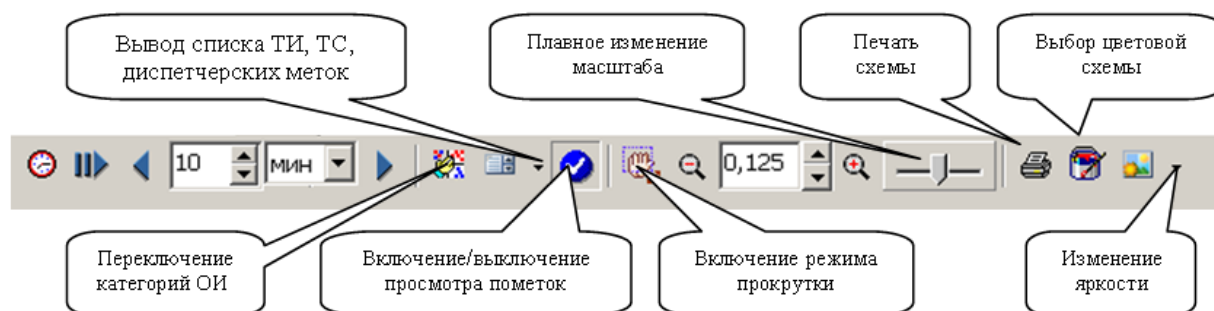


Рисунок 5.4 – Управляющая страница графической схемы

5.4 Пример создания графической формы

Создание и редактирование форм отображения осуществляется пользователями, имеющими права разработчика форм отображения. В этом случае дизайнер получает возможность использования доступных в ОИК «СК-2003» инструментов. Для разработки табличных и комбинированных форм отображения предназначен «Редактор табличных форм» (Veditor.exe). Редактор можно запустить из меню «Пуск → Все программы → Клиент СК-2003 → Создание и публикация форм → Редактор табличных форм». Для работы с графическими схемами используется система векторной графики Toraz Graphics, разработанная фирмой «Школа-Инфо» г. Воронеж. За счет векторного представления элементов схем и наличия слоев обеспечивается возможность при изменении масштаба динамически изменять представление, прореживать мелкие элементы, не слишком важные на том или ином уровне увеличения, создавать схемы для работы с большими проекционными

экранами и так далее. Вызов редактора графических схем осуществляется из меню «Пуск → Все программы → Клиент СК-2003 → Создание и публикация форм → Редактор форм Тораз».

Создание любой формы отображения происходит в два этапа: разработка собственно шаблона формы и публикация шаблона в РБД.

Для примера, рассмотрим процесс создания графической формы. Запустим редактор форм Тораз. Откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 5.5. Функционально окно редактора состоит из пяти областей:

- Инструментальная панель – включает в себя панель инструментов редактора и системное меню;

- Область редактирования – предназначена для создания и редактирования графического документа;

- Область описания слоев предназначена для создания и редактирования параметров слоев;

- Область описания типов предназначена для создания и редактирования параметров типов графических объектов.

- Строка состояния – отображает текущее состояние редактора; масштаб графического документа; текущие координаты указателя мыши (X, Y), если курсор находится в области редактирования.

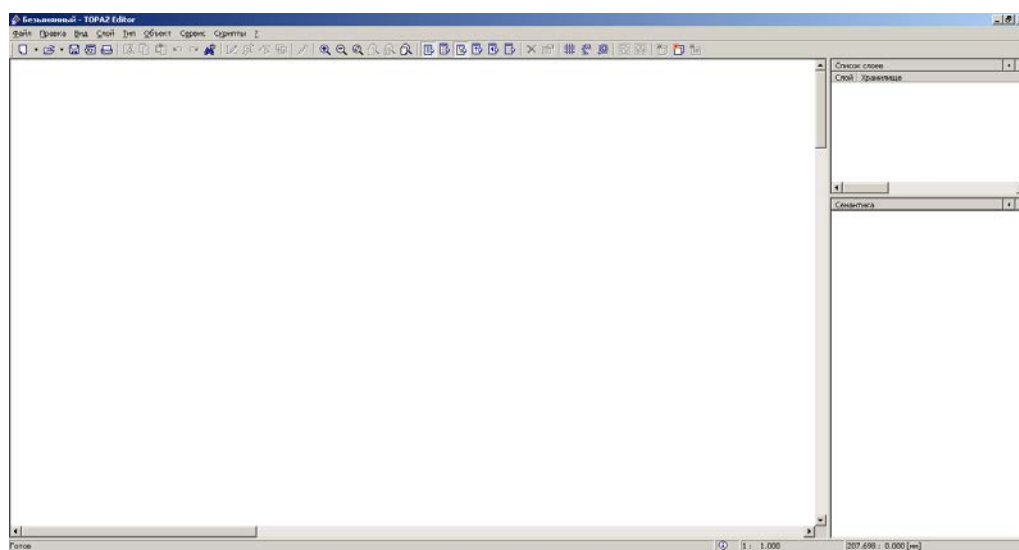


Рисунок 5.5 – Главное окно редактора графических форм

При вызове графического редактора по умолчанию предполагается работа с новым документом. Графический документ – это совокупность слоев, которая имеет общие базовые характеристики, например, такие, как место расположения в файловой системе, единицы измерения, масштаб и пр.

Слой - это совокупность логически сгруппированных графических данных. Слой можно представить в виде прозрачной пленки с нанесенными на нее элементами схемы. Каждый графический документ содержит как минимум один слой.

Слой графического документа состоит из набора типов объектов и самих объектов со всеми их настройками и параметрами. Управление слоями графического документа осуществляется в области описания слоев. Слои в списке располагаются в соответствии с порядком их отображения в графическом документе. Самый верхний - первый в списке, под ним расположен второй слой и т.д.

Тип графического элемента - это именованный набор основных характеристик, определяющих свойства и поведение объекта графического документа. Все типы объектов Тораз подразделяются на простые (элементарные) и составные.

К простым относятся следующие базовые типы: текст, линия, соединение, полигон, прямоугольник, эллипс, дуга, папка, таблица, растр.

Составными называются типы, объединяющие несколько разнородных типов объектов вне зависимости от способов их обработки. К этой разновидности относятся: группа, шаблон, блок, библиотека графических типов.

Графический объект – это элемент графического документа, рассматриваемый как единое целое при его создании, обработке и модификации. Такими элементами могут выступать, например, круг, прямоугольник, текст.

Каждый графический объект является экземпляром типа, который должен быть описан перед тем, как объект будет добавлен на схему. Каждый объект принадлежит к определенному типу и наследует характеристики этого типа.

Для создания графического объекта на схеме следует:

- выбрать слой, на котором будет размещен объект;
- выбрать тип создаваемого объекта;
- перейти в режим ввода (кнопка  или пункт главного меню «Правка→Режим ввода»);
- разместить объект в области редактирования с помощью мыши. При добавлении объекта типа «Текст» будет выведен запрос на ввод текста. Во всех остальных случаях на схеме будет прорисован новый объект.

При создании форм отображения, для ввода электроэнергетического оборудования целесообразно пользоваться библиотекой графических типов. Библиотека графических типов – это набор типов графических элементов, предназначенный для последующего многократного использования, хранящийся в отдельном специально организованном файле.

Комплект поставки ОИК «СК-2003» включает заготовочный файл, содержащий библиотеку графических типов наиболее часто используемых электроэнергетических объектов. Для создания формы отображения на основе этого файла необходимо выполнить команду «Открыть» и выбрать файл «Template.tps». Откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 5.6.

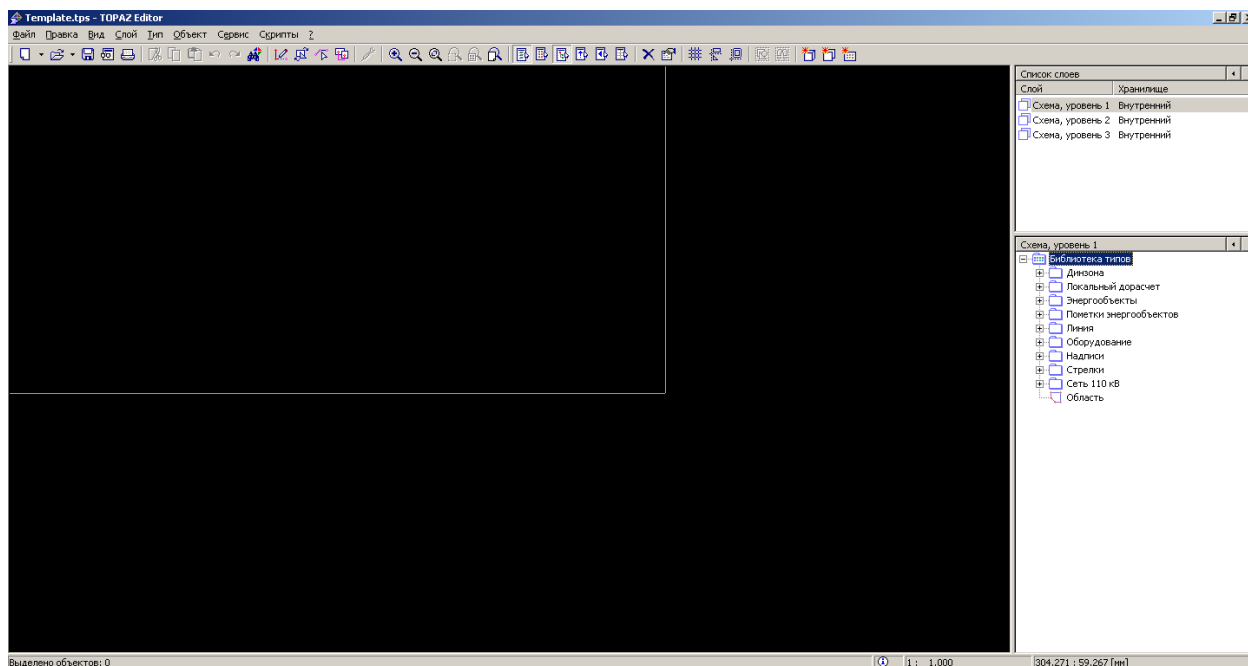


Рисунок 5.6 – Шаблон графической формы отображения «Template.tps»

Как видно из приведенного рисунка, этот шаблон содержит заготовки для трех слоев. При необходимости можно удалить часть из них или создать дополнительные слои. Для примера создадим простую однослойную форму, содержащую двух узловую схему. Удалим слои 2 и 3. Выберем в библиотеке типов объект «Оборудование→Генератор→Генератор» и нарисуем его на форме. Аналогичным образом нарисуем линию («Линия→Линия 110 кВ») и шину с нагрузкой («Сеть 110 кВ→Тупиковая ПС 110 кВ»). Должна получиться схема, изображенная на рисунке 5.7.



Рисунок 5.7 – Пример формы отображения

Теперь добавим на нашу схему отображение перетоков активной мощности в начале и конце линии. Для начала добавим обозначение этих параметров. Для этого выберем в библиотеке типов тип «Динзона→Название

ДЗ» и разместим в начале и конце линии обозначения «P_н=» и «P_к=» соответственно (рисунок 5.8).



Рисунок 5.8 – Нанесение обозначений на схему

На следующем шаге необходимо связать нанесенные обозначения с непосредственными измерениями ТИ. Для этого нужно выполнить команду меню «Скрипты→Скрипты приложения→Новая динзона». При первом вызове команды откроется стандартное диалоговое окно подключения к серверу ОИК, после выбора которого откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 5.9. В нем необходимо нажать на кнопку «Выбрать», после чего, в открывшемся списке (рисунок 5.10) выбрать интересующий параметр ОИ. Допустим, перетоку в начале линии у нас соответствует ТИ1, а в конце линии – ТИ2. После выбора соответствующих телеизмерений диалоговое окно параметров динзоны позволяет настроить отображение измерения на экране (количество знаков после запятой, отображать знак минусу в виде символа или направления стрелки). После всех проделанных операций, создаваемая форма должна приобрести вид, представленный на рисунке 5.11. Для проверки верности произведенных операций, можно выполнить команду «Скрипты→Скрипты приложения→Данные из ОИК». Будет выведено стандартное диалоговое окно выбора сервера ОИК, после чего строки «1ТИ» и «2ТИ» будут заменены на текущие значения этих параметров из ОИКа. Для остановки процесса отображения оперативной информации необходимо выполнить команду «Скрипты→Скрипты приложения→Остановить».

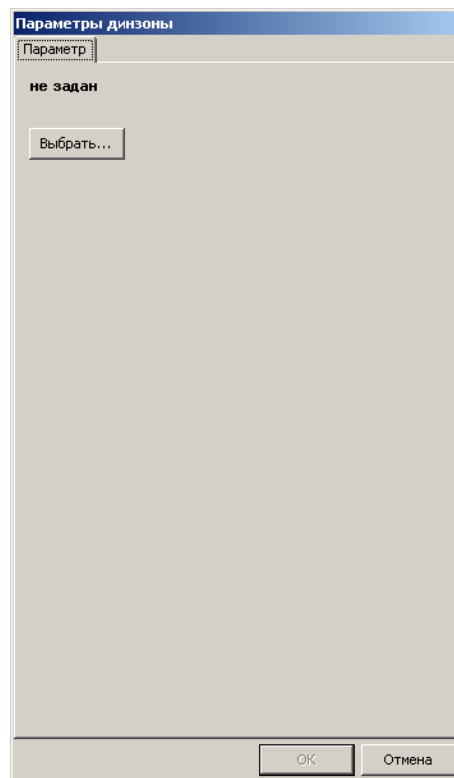


Рисунок 5.9 – Диалоговое окно создания новой динзоны

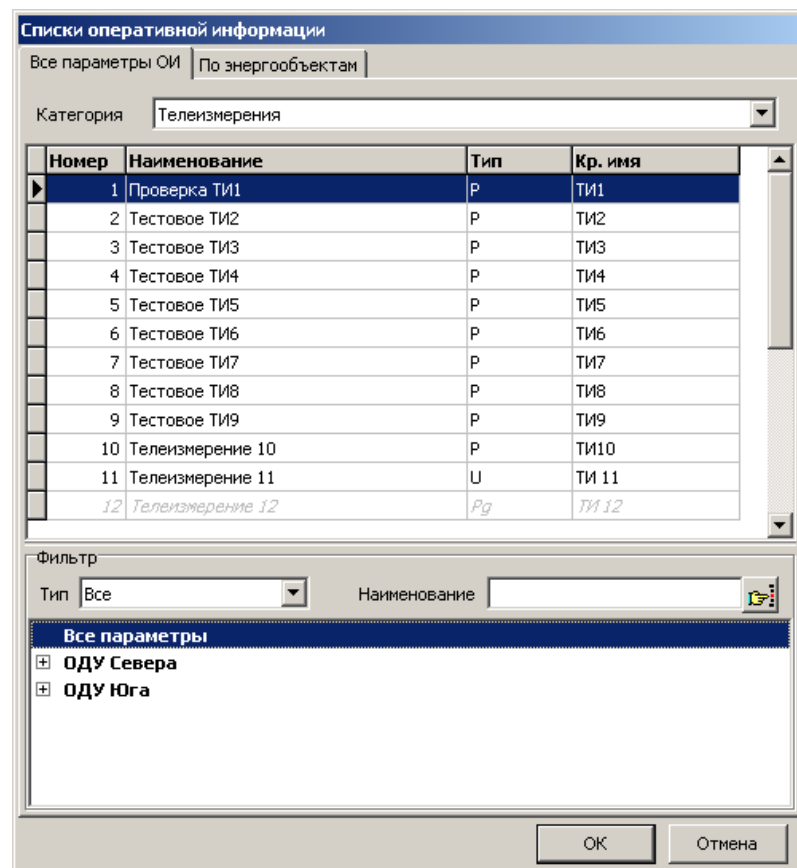


Рисунок 5.10 – Диалоговое окно выбора ОИ



Рисунок 5.11 – Форма отображения схемы после добавления ОИ

Сохранение формы осуществляется через команду меню «Скрипты→Скрипты приложения→Сохранить форму». Откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 5.12, в котором необходимо указать группу для сохранения формы и ее название.

Рисунок 5.12 – Диалоговое окно сохранения формы

Для того, чтобы форма стала доступной через монитор отображения, ее необходимо «Опубликовать», то есть обновить информацию о доступных формах в РБД. В ОИК «СК-2003» применяется централизованная система распространения и обновления версий форм отображения и графических объектов, а также клиентских программных модулей. Описанные выше компоненты пользовательского интерфейса и программные модули хранятся на серверах ОИК. В случае публикации новой версии визуального или программного компонента его загрузка на рабочие станции пользователей ОИК производится в момент запуска или обращения клиента к тому или иному компоненту. Если версии на рабочей станции и на сервере ОИК

совпадают, то клиент работает с той версией, которая имеется на его рабочей станции; избыточных (повторных) загрузок компонентов не выполняется. Централизованная система распространения новых версий компонент позволяет обеспечить максимально быстрое получение новых версий и синхронную работу всех клиентов с одними и теми же версиями визуальных и программных компонент.

Публикация форм осуществляется с помощью программы «Публикатор», которая вызывается через меню «Пуск → Все программы → Клиент СК-2003 → Создание и публикация форм → Публикатор». Откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 5.13.

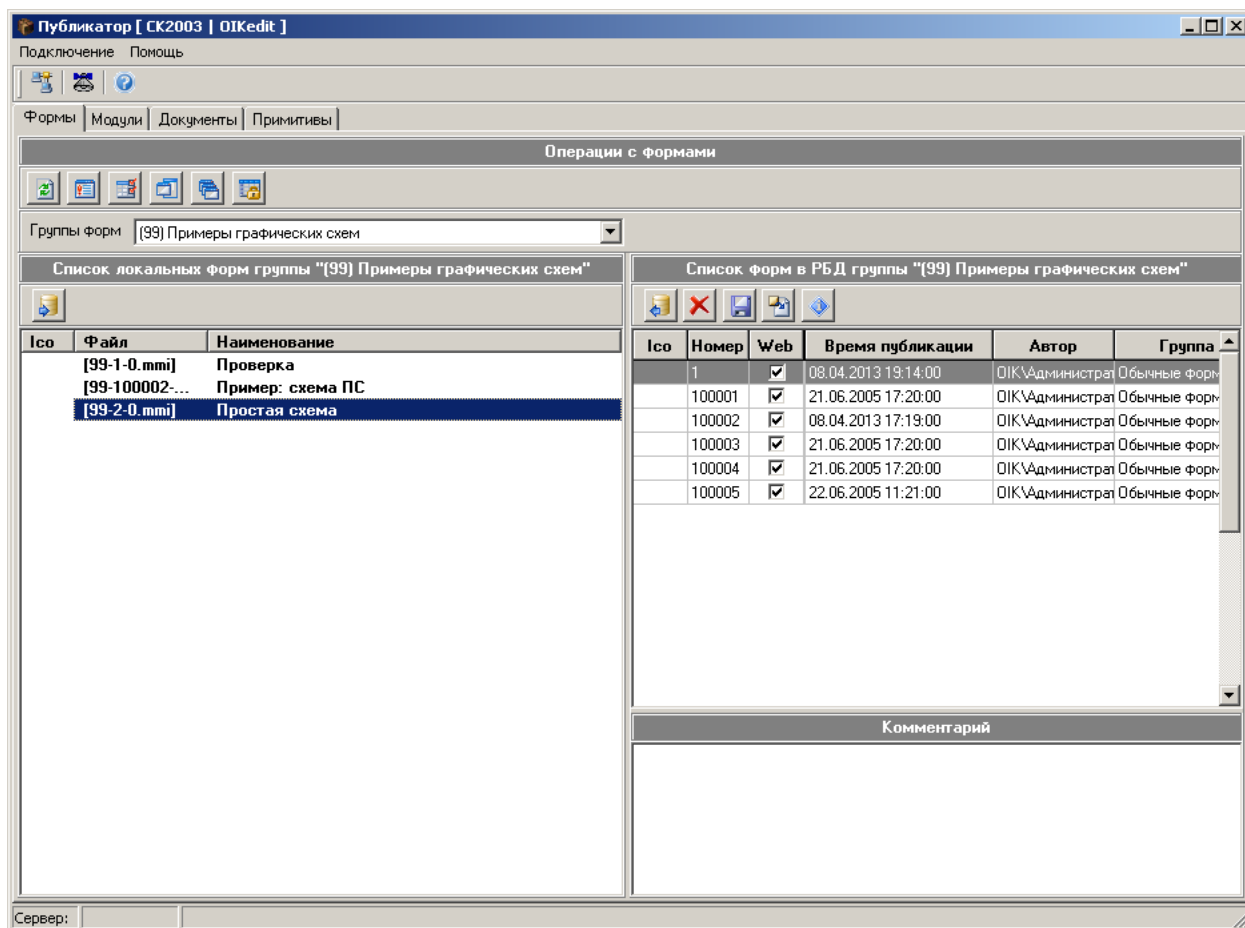


Рисунок 5.13 – Главное окно программы «Публикатор»

Функционально, окно программы разделено на четыре закладки, каждая из которых позволяет управлять публикацией определенной группы инструментов: форм отображения, клиентских модулей, документов и

графических примитивов. Для публикации нужной формы необходимо выбрать нужную группу форм, в открывшемся списке выделить нужную форму и нажать на кнопку  «Добавить указанные формы в РБД». Выбранная форма отобразится в списке опубликованных форм. Для завершения публикации необходимо нажать кнопку  «Уведомление об изменении». После всех этих проделанных действий, разработанная форма станет доступной через «Монитор отображения СК-2003».

5.5 Программа анализа данных

Программа Анализ данных (DESK.exe) предназначена для выполнения анализа и корректировки архивных данных. Она ориентирована на администраторов, операторов ОИК, а также других пользователей, таких как специалисты по электрическим режимам, планированию графиков работы и т.д. Программа обладает широкими возможностями по просмотру и выборке данных и событий, анализу иерархии формул и входящих в них параметров, фильтрации по различным критериям, запросу данных из архива, просмотру любых таблиц НСИ через SQL-запросы, получения подробного паспорта любого параметра. В главном окне программы можно выделить 11 основных областей, как показано на рисунке 5.14. Доступ к функциям программы организован при помощи команд меню. Для наиболее часто используемых операций предусмотрены кнопки быстрого доступа на панели инструментов (рисунок 5.15). В таблице 5.2 рассмотрено назначение кнопок панели инструментов.

Для того чтобы начать работать с основными функциями программы следует выбрать категорию оперативной информации. После запуска программы активной является категория ОИ «Телеизмерения». Выбор других категорий производится с помощью выпадающего списка, который активизируется при нажатии кнопки Выбор категории ОИ (рисунок 5.16).

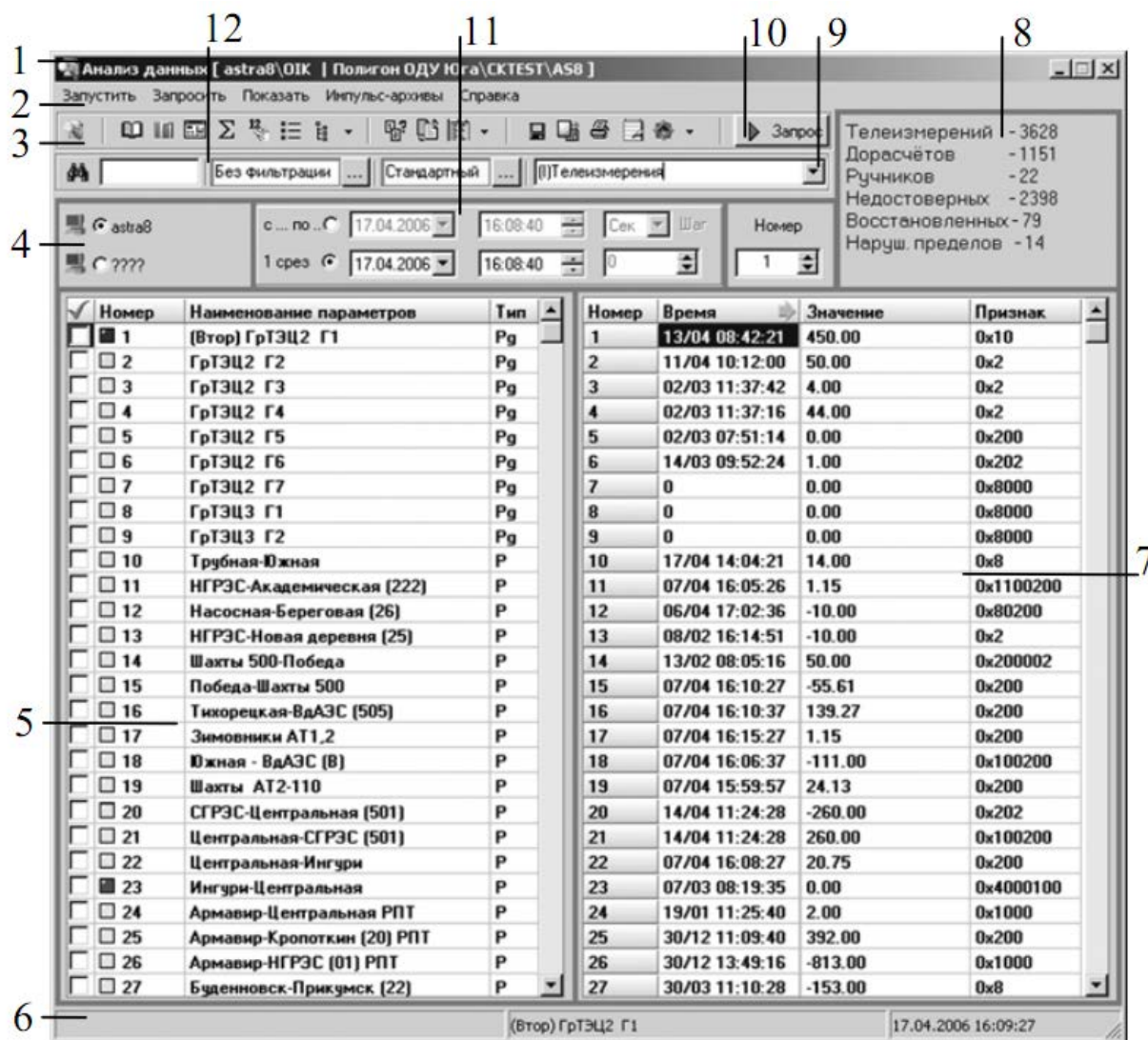


Рисунок 5.14 – Окно программы «Анализ данных»

- 1 – Заголовок окна;
- 2 – Меню;
- 3 – Панель инструментов;
- 4 – Область управления подключениями к БД РВ;
- 5 – Список параметров выбранной категории ОИ;
- 6 – Строка состояния;
- 7 – Результаты запроса;
- 8 – Область отчетов и диалога ручного ввода;
- 9 – Выбор категории ОИ;
- 10 – Кнопка запроса;
- 11 – Область настройки параметров запроса;
- 12 – Поиск и фильтрация.



Рисунок 5.15 – Панель инструментов программы «Анализ данных»

Таблица 5.2 – Назначение кнопок панели инструментов программы «Анализ данных»

Кнопка	Назначение
	Запустить дополнительный экземпляр программы «Анализ данных»
	Показать паспорт выбранного параметра ОИ
	Рассчитать статистические характеристики выбранного параметра ОИ. Для работы этой функции следует предварительно выполнить запрос «с..по» с регулярным (ненулевым) шагом
	Анализ вхождения выбранного параметра ОИ в наборы обмена информацией и формы отображения ОИК СК-2003.
	Анализ вхождения выбранного параметра ОИ в формулы дорасчета в качестве аргумента
	Переход в режим ручного ввода. Данная функция работает по-разному, в зависимости от поведения категории оперативной информации, к которой относится выбранный параметр
	Показывает/скрывает справочное окно с расшифровкой признаков качества и источников оперативной информации
	Вызов вспомогательного окна дерева сети ТМ или энергообъектов с одновременной фильтрацией параметров по принадлежности
	Сравнение данных в двух экземплярах БД РВ. Перед использованием этой функции требуется установить соединение с двумя БД РВ
	Копирование данных из одной БД РВ в другую
	Вызов окна для слежения за потоком изменений выбранных параметров ОИ
	Экспорт результатов запроса данных (из БД РВ или РБД) в различных форматах
	Вызов окна для работы с шаблонами запросов для анализа нормативно-справочной информации ОИК
	Вывод на печать результатов запроса данных (из БД РВ или РБД)

Для получения среза (выборки) значений выбранного списка параметров выбранной категории ОИ за определенное время необходимо активизировать режим «Один временной срез» нажатием соответствующей кнопки, затем задать дату и время для запроса данных у БД РВ. Повторные нажатия кнопки Один временной срез приводят к установке текущих даты и времени в качестве времени запроса.

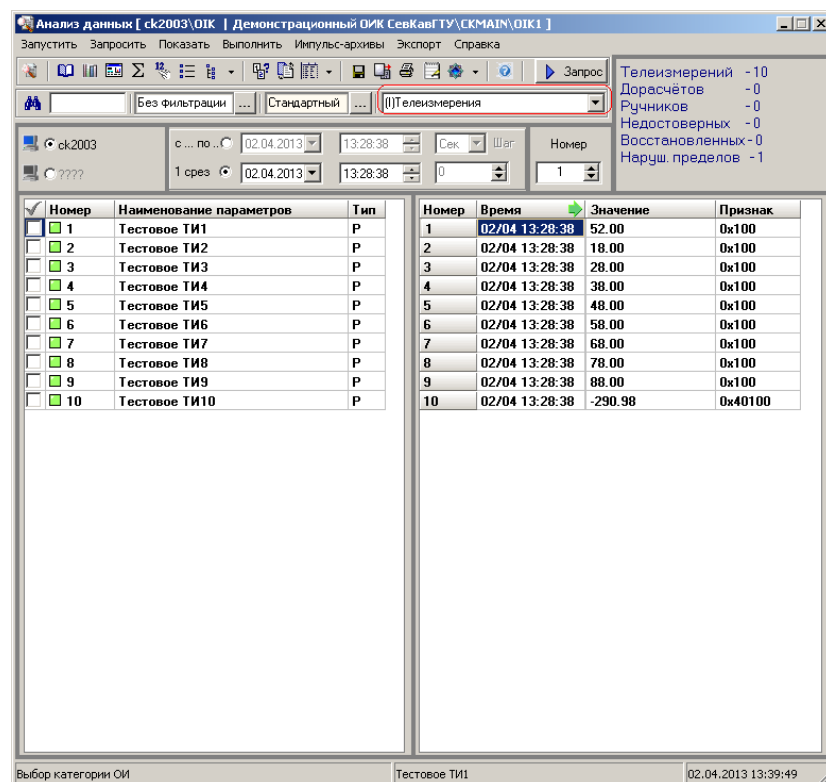


Рисунок 5.16 – Выбор категории ОИ



Рисунок 5.17 – Активация задания времени для среза

В программе также существует возможность просмотра изменения значений выбранного параметра за интервал времени. Эта функция становится доступной после нажатия кнопки «Задание времени с.. по...»

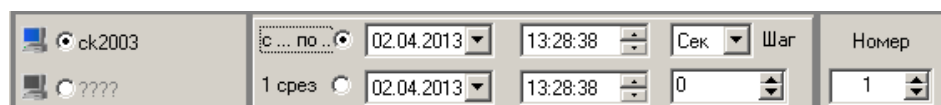


Рисунок 5.18 – Задание времени с.. по.. и шага просмотра

При задании периода анализа в полях начальной и конечной даты, а также времени запроса следует задавать разумные пределы анализа, а также шага в зависимости от желаемой степени прореживания результата и обозримых размеров ожидаемого результата запроса. В любом случае объем результата запроса ограничен в БД РВ 2 миллионами значений.

Если задать шаг равным нулю, то возвращаются все изменения параметра. Если задать ненулевой шаг (есть возможность в качестве шага указать единицу измерения времени и количество этих единиц), то результатом будет таблица с регулярным шагом, вне зависимости от того, изменялось ли реально значение параметра или нет.

Методика выполнения работы

1. Изучите теоретический материал, повторите все описанные операции и ответьте на контрольные вопросы.

2. С помощью программы «Анализ данных» проконтролируйте корректность работы программы «Эмулятор потока ТМ, ЦБИ из файла». Для этого сделайте несколько временных срезов данных для телеизмерений, созданных в предыдущей практической работе. Выполните экспорт результатов срезов в html или xls файл и сравните их с данными, введенными в файл «TI.dat». В случае расхождения результатов, найдите этому возможную причину и исправьте ее.

3. Создайте графическую форму отображения схемы сети, представленной в предыдущей практической работе. Создайте 3 слоя в форме, на каждом из которых будет отображаться соответствующая оперативная информация:

- напряжения в узлах сети;
- токовая загрузка линий;
- перетоки активной мощности в линиях и мощности нагрузок и генерации.

4. Опубликуйте форму на сервере ОИК и сделайте ее автоматически загружаемой в «Мониторе отображения».

Контрольные вопросы:

1. Какие формы отображения существуют в «СК-2003»?

2. Какие типы баз данных существуют в комплексе «СК-2003»? Каково их назначение и в чем основное отличие?
3. Каким образом можно создавать и редактировать формы отображения «СК-2003»?
4. Что такое графический документ и слой графического документа?
5. Что такое тип графического элемента? Какие типы графических элементов существуют в графическом редакторе системы отображения «СК-2003»?
6. Что такое графический объект? Кратко опишите порядок создания графических объектов на формах отображения «СК-2003».
7. Что такое библиотека графических типов? Перечислите основные элементы стандартной библиотеки типов «СК-2003».
8. Каким образом на форму добавляется отображение оперативной информации?
9. Из каких этапов состоит процесс создания форм?
10. Каково назначение программы «Публикатор»?
11. Кратко опишите процесс публикации форм на сервере ОИК «СК-2003».
12. Каково назначение программы «Анализ данных»?
13. Перечислите основные элементы интерфейса программы «Анализ данных».
14. Что такое срез данных? Каким образом можно получить срез в программе «Анализ данных»?
15. Опишите последовательность действий для получения истории изменения значений выбранного параметра за определенный интервал времени с заданным шагом прореживания.

6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Тема: «Работа с телеметрией в ПК RastrWin3»

Цель работы: Приобрести практические навыки работы с телеизмерениями и телесигналами в программном комплексе RastrWin3.

Теоретическое обоснование

6.1 Основные сведения о работе с телеизмерениями в RastrWin3

Телеметрия, телеизмерение (от др.-греч. τῆλε «далеко» + μέτρον – «измеряю») – получение информации о значениях измеряемых параметров (напряжения, тока, давления, температуры и т. п.) контролируемых и управляемых объектов методами и средствами телемеханики. Телеметрия делится на телеизмерения и телесигналы.

Сбор телеметрии с объектов электроэнергетики осуществляется с помощью оперативно-информационных комплексов (ОИК), таких как «СК-2003», основы работы с которым были получены в ходе выполнения предыдущей лабораторной работы, либо любого другого современного программно-аппаратного комплекса. Некоторые оперативно-информационные комплексы могут иметь в своем составе встроенный функционал, позволяющий выполнять задачу оценивания состояния. При его отсутствии ее решение может быть возложено на внешние программы, например, «КОСМОС», «RastrWin», либо другие аналогичные программы.

Рассмотрим порядок взаимодействия оперативно-информационного комплекса с расчетной программой, предназначенной для оценивания состояния на примере программного комплекса «RastrWin».

Для работы с телеметрией в ПК «RastrWin» существует панель «Телеметрия», приведенная на рисунке 6.1.

Панель телеметрии

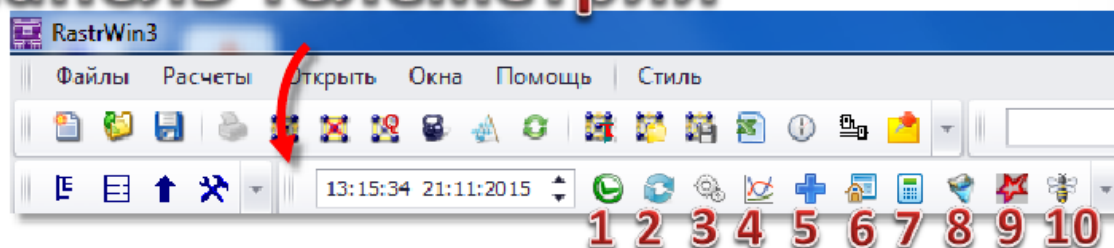


Рисунок 6.1 – Панель телеметрии

Назначение основных кнопок панели следующее:

1. Установка времени для обновления ТМ.
2. Обновление ТМ.
3. Настройка обновления ТМ.
4. Графики ТМ.
5. Создание ТМ из текущего режима.
6. Чтение базового режима.
7. Расчет псевдо телеизмерений (ПТИ).
8. Фильтрация грубых ошибок ТМ.
9. Оценивание состояния при помощи модулей ПК Космос (при наличии).
10. Оценивание состояния (Растр).

Схема взаимодействия ПК «RastrWin» и ОИК приведена на рисунке 6.2.

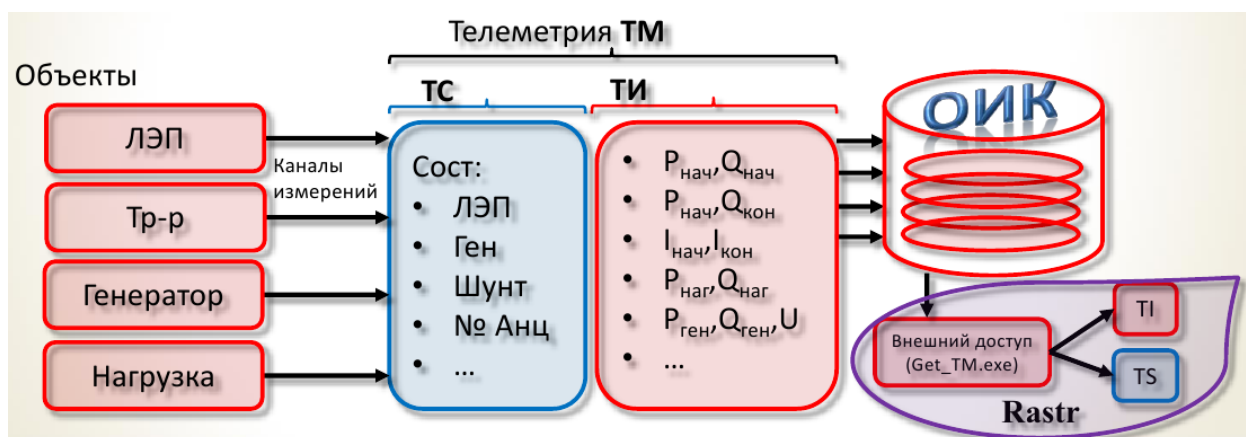


Рисунок 6.2 – Схема взаимодействия ОИК и ПК RastrWin

Как видно из представленного рисунка, взаимодействие между программными комплексами осуществляется с помощью программного модуля, который называется «Get_TM.exe».

«Get_TM.exe» – это программа-конвертер данных, назначение которой состоит в том, чтобы «выбрать» из базы данных ОИК срез телеизмерений на интересующий момент времени и записать его в два файла: TI и TS, в которых в бинарном виде в последовательном порядке хранятся все телеизмерения и телесигналы за соответствующий момент времени.

Программа «Get_TM.exe» – это своего рода «драйвер» или «прослойка» между ОИК и ПК «RastrWin». Она будет зависеть от того, какой ОИК используется в системе.

В состав установочного дистрибутива ПК «RastrWin» по умолчанию включена программа «Get_TM.exe», которая получает измерения из ОИК «СК-2007». При необходимости работы с другим ОИК, необходимо выполнить перенастройку этого модуля. Для этого необходимо нажать на кнопку под номер 3 на панели «Телеметрия» (рисунок 6.1). Откроется диалоговое окно, приведенное на рисунке 6.3.

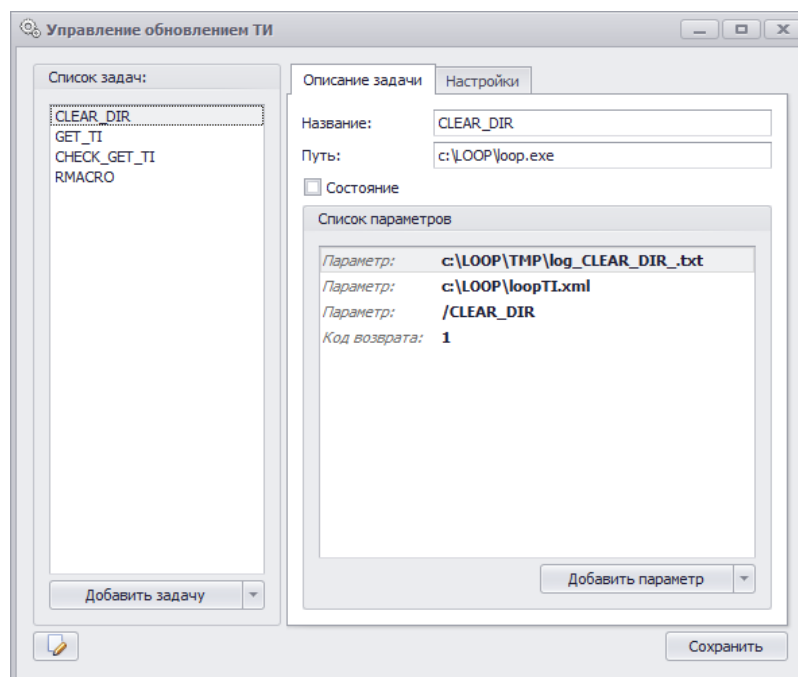


Рисунок 6.3 – Управление обновлением ТИ

Оно содержит 4 основные задачи:

1. CLEAR_DIR – очищает папку «C:\LOOP\TMP» от измерений предыдущего среза.

2. GET_TI – Запустить программу «Get_TI», передав ей следующие параметры: путь к папке сохранения измерений, дата среза, название энергообъекта. Здесь можно поменять путь к утилите Get_TI.exe и при необходимости поменять список передаваемых параметров.

3. CHECK_GET_TI – дополнительная задача проверки корректности полученных измерений.

4. RMACRO – задача, которая запускает скрипт «C:\LOOP\TM\update_TI.rbs», читающий из папки «C:\LOOP\TMP» записанные утилитой GET_TI измерения и подставляющий их в программу RastrWin.

Это список стандартных задач, которые выполняются при нажатии на кнопку №2 панели «Телеметрия». При необходимости, список задач можно сократить, удалив или отключив любую из них, отредактировать, либо добавить новую задачу.

6.2 Привязка ТМ к схеме сети

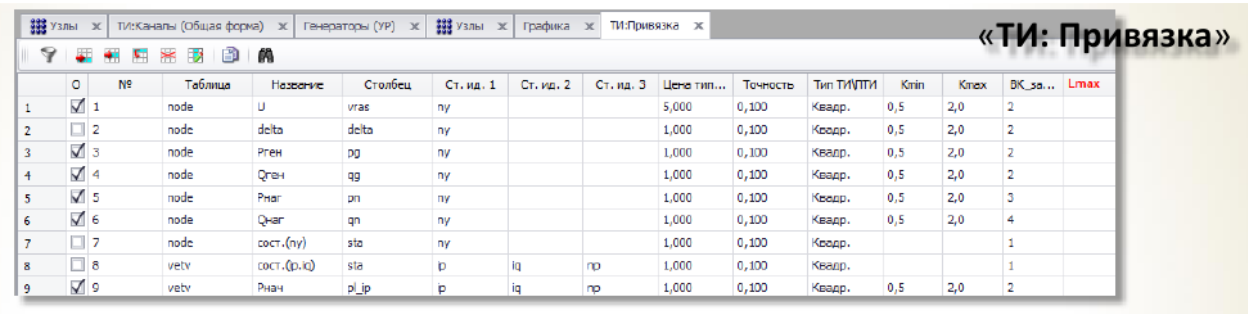
Для привязки телеизмерений к схеме сети в ПК «RastrWin» существует две дополнительные таблицы:

1. «Открыть→Телеизмерения→ТИ:Привязка».

2. «Открыть→Телеизмерения→ТИ:Каналы».

Таблица «ТИ:Привязка» (рисунок 6.4) предназначена для задания возможных типов телеизмерений (например, напряжение, мощность нагрузки, мощность генерации, ток в линии, переток активной мощности и так далее). В этой таблице можно указать дополнительные параметры, используемые в задаче оценивания состояния. Например, точность (аналог ковариационной матрицы ошибок, рассмотренной в ЛР№1), цену типа замера

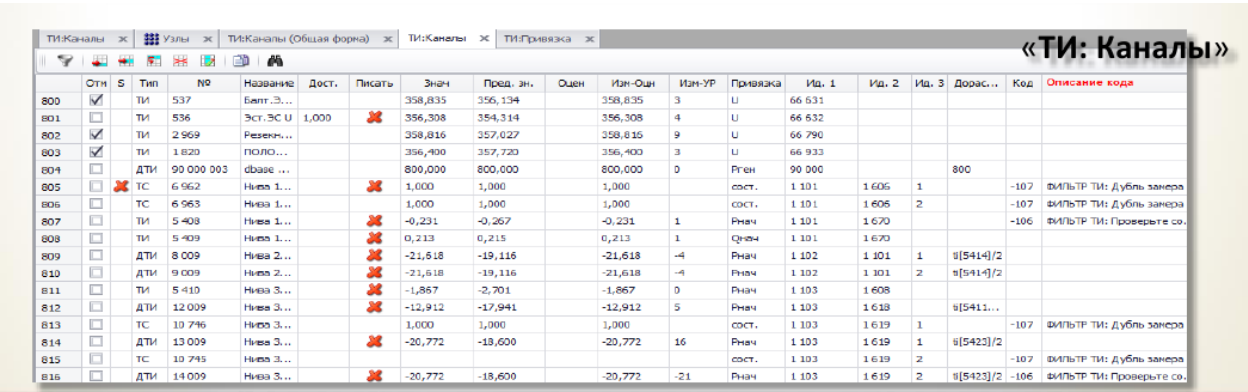
(дополнительный весовой коэффициент, необходимый для сопоставления различных физических величин) и некоторые другие параметры.



	О	№	Таблица	Название	Столбец	Ст. ид. 1	Ст. ид. 2	Ст. ид. 3	Цена тип...	Точность	Тип ТИ/ПТИ	Клнп	Клех	ВК_за...	Lmax
1	☒	1	node	U	ugas	ny			5,000	0,100	Квадр.	0,5	2,0	2	
2	☐	2	node	delta	delta	ny			1,000	0,100	Квадр.	0,5	2,0	2	
3	☒	3	node	Pren	pg	ny			1,000	0,100	Квадр.	0,5	2,0	2	
4	☒	4	node	Qren	qg	ny			1,000	0,100	Квадр.	0,5	2,0	2	
5	☐	5	node	Pnag	pn	ny			1,000	0,100	Квадр.	0,5	2,0	3	
6	☒	6	node	Qnag	qn	ny			1,000	0,100	Квадр.	0,5	2,0	4	
7	☐	7	node	сост.(ny)	sta	ny			1,000	0,100	Квадр.			1	
8	☐	8	vetv	сост.(p.k)	sta	p	iq	np	1,000	0,100	Квадр.			1	
9	☒	9	vetv	Pnag	pl_ip	p	iq	np	1,000	0,100	Квадр.	0,5	2,0	2	

Рисунок 6.4 – Таблица «ТИ:Привязка»

Таблица «ТИ: Каналы» (таблица 6.5) является своего рода комбинацией таблиц «Узлы-каналы» и «Узлы-измерения», «Ветви-каналы» и «Ветви-измерения» в ПК «КОСМОС». Она позволяет указать тип телеизмерения (ТИ-телеизмерение, ТС-телесигнал, ДТИ – дорасчетное телеизмерение, ДТС – дорасчетный телесигнал, ПТИ – псевдотелеизмерение и так далее), его номер в ОИК, привязку к схеме сети (указывается тип телеизмерения из таблицы «Привязка» и значение ключевого поля (номер узла, или узлы начала и конца ветви)). Здесь же указывается измеренное и оцененное значение.



	Отн	S	Тип	№	Название	Дост.	Писать	Знач	Пред. зн.	Оцен	Изм-Озн	Изм-УР	Привязка	Ид. 1	Ид. 2	Ид. 3	Дора...	Код	Описание кода
800	☒		ТИ	537	Белл.З...			358,835	356,134		358,835	3	U	66 631					
801	☐		ТИ	536	Эст.ЭС U	1,000		356,308	354,314		356,308	4	U	66 632					
802	☐		ТИ	2 969	Резект...			358,816	357,027		358,816	9	U	66 790					
803	☒		ТИ	1 820	ПОЛО...			356,400	357,720		356,400	3	U	66 933					
804	☐		ДТИ	90 000 003	облае...			800,000	800,000		800,000	0	Pren	90 000			800		
805	☒		ТС	6 962	Нива 1...			1,000	1,000		1,000		сост.	1 101	1 606	1		-107	ФН/ПТР ТИ: Дубль замера
806	☐		ТС	6 963	Нива 1...			1,000	1,000		1,000		сост.	1 101	1 606	2		-107	ФН/ПТР ТИ: Дубль замера
807	☐		ТИ	5 408	Нива 1...			-0,231	-0,267		-0,231	1	Pnag	1 101	1 670			-106	ФН/ПТР ТИ: Проверьте со.
808	☐		ТИ	5 409	Нива 1...			0,213	0,215		0,213	1	Qnag	1 101	1 670				
809	☐		ДТИ	8 009	Нива 2...			-21,518	-19,116		-21,518	-4	Pnag	1 102	1 101	1			
810	☐		ДТИ	9 009	Нива 2...			-21,518	-19,116		-21,518	-4	Pnag	1 102	1 101	2			
811	☐		ТИ	5 410	Нива 3...			-1,867	-2,701		-1,867	0	Pnag	1 103	1 608				
812	☐		ДТИ	12 009	Нива 3...			-12,912	-17,941		-12,912	5	Pnag	1 103	1 619				
813	☐		ТИ	10 746	Нива 3...			1,000	1,000		1,000		сост.	1 103	1 619	1		-107	ФН/ПТР ТИ: Дубль замера
814	☐		ДТИ	13 009	Нива 3...			-20,772	-19,600		-20,772	16	Pnag	1 103	1 619	1			
815	☐		ТС	10 745	Нива 3...								сост.	1 103	1 619	2		-107	ФН/ПТР ТИ: Дубль замера
816	☐		ДТИ	14 009	Нива 3...			-20,772	-18,600		-20,772	-21	Pnag	1 103	1 619	2			

Рисунок 6.5 – Таблица «ТИ:Каналы»

Алгоритм привязки измерений, поступающих из ОИК, к схеме «RastrWin» включает в себя следующие этапы (рисунок 6.6):

1. Для всех ТИ задается тип привязки
2. По типу определяются: таблица, ключевое поле и столбец значения

3. Измерение связывается с искомой ячейкой по заданному ключу

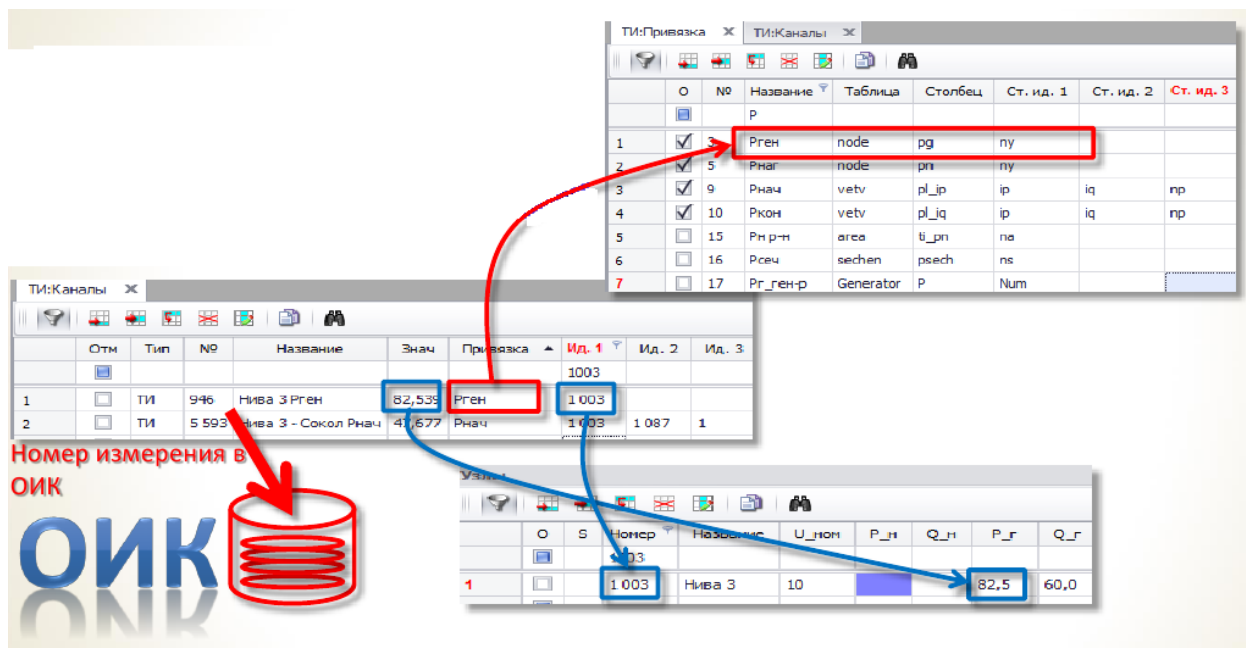


Рисунок 6.6 – Иллюстрация алгоритма привязки измерений

Для ускорения заполнения таблицы «ТИ:Каналы» существует кнопка №5 «Создание ТМ из текущего режима» на панели «Телеметрия» (рисунок 6.1). Она создает для каждого узла и ветви схемы сети все телеизмерения, отмеченных в таблице «ТИ:Привязка» типов. После автоматического создания таблицы каналов, ее необходимо отредактировать, удалив ненужные измерения и добавив недостающие, а также указать действительные идентификаторы каналов телеизмерений.

6.3 Отображение телеизмерений на графике

Для отображения телеизмерений на графической схеме сети, необходимо выполнить команду «Расчеты→Выполнить→ТИ→Выделить на графике→Создать слой ТИ» (рисунок 6.7).

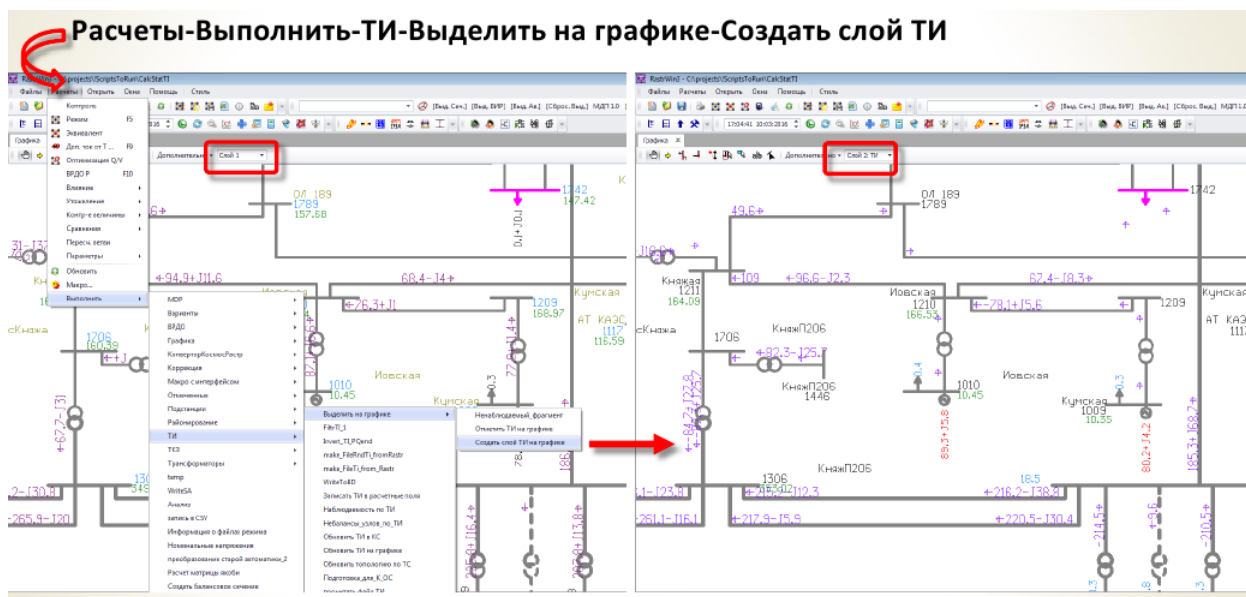


Рисунок 6.7 – Отображение ТИ на графическом представлении схемы

6.4 Отображение ретроспективы телеизмерений

Для отображения ретроспективы телеизмерений существует кнопка №4 «Графики ТМ» на панели «Телеизмерения» (рисунок 6.1). Откроется диалоговое окно формирования локальной базы данных (рисунок 6.8), в котором необходимо указать интересующий временной диапазон и интервал между измерениями, затем нажать кнопку «Чтение данных из ОИК» и выбрать идентификаторы интересующих ТИ (рисунок 6.9).

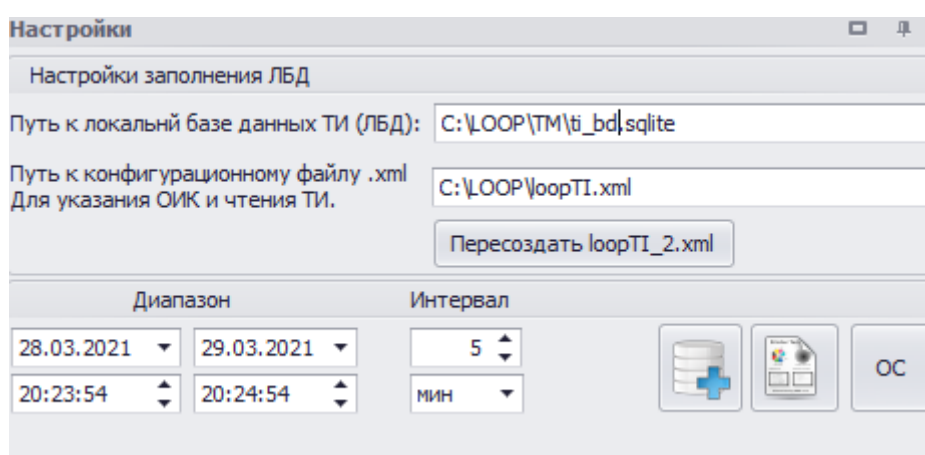


Рисунок 6.8 – Настройка формирования локальной БД

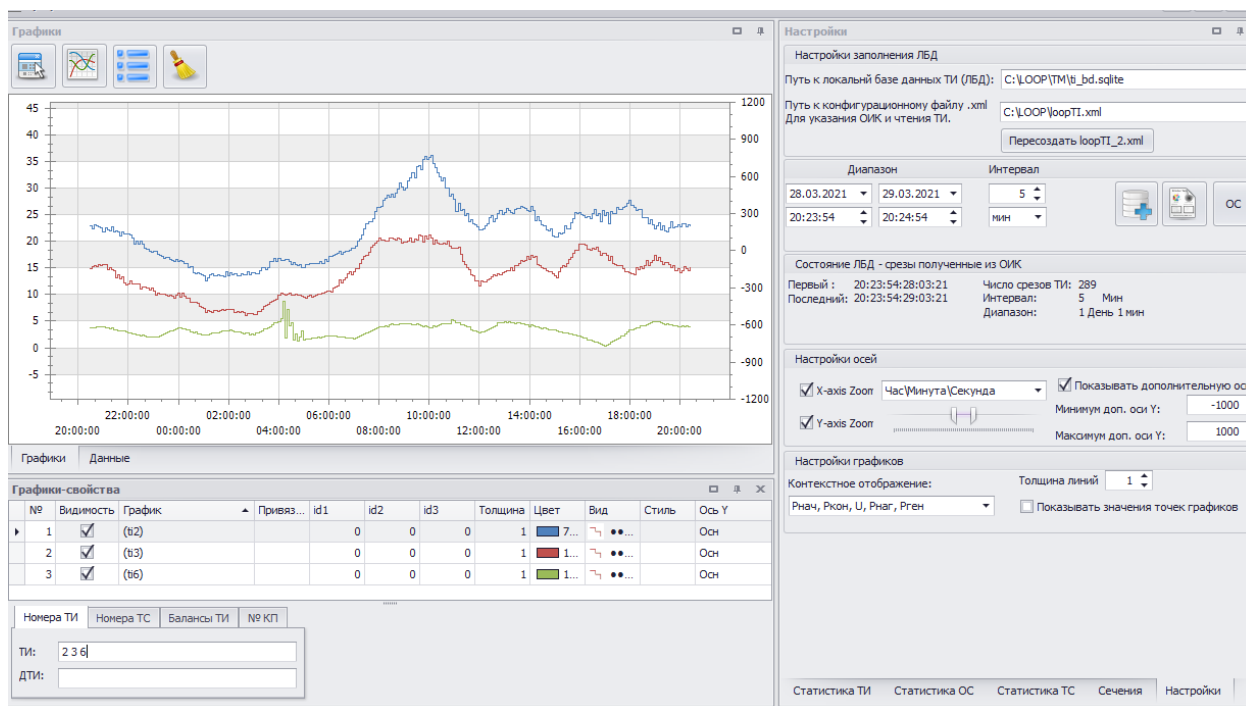


Рисунок 6.9 – Графики ТИ с номерами 2,3 и 6

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров: самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

Защита работы

Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает индивидуальное задание. Защита лабораторной работы происходит только после его выполнения (индивидуального задания). При защите лабораторной

работы студент отвечает на контрольные вопросы, приведенные в конце, и поясняет выполненное индивидуальное задание. Ход защиты лабораторной работы контролируется преподавателем.

Задание

1. Изучите видео «2016 Курсы ОДУ Урала ч.1 Работа с телеметрией в RastrWin3».

2. Добавьте в вашу схему сети, приведенную во второй лабораторной работе понижающие трансформаторы 110/10 кВ согласно заданной в задании нагрузке. Номера узлов на низкой стороне задайте двойной цифрой высокой стороны (например, 2 -22, 3-33 и так далее). Для расчета параметров трансформаторов воспользуйтесь справочными данными (допускается во всех узлах установить один тип трансформатора).

3. Настройте получение телеизмерений из «псевдо ОИКа». Для этого воспользуйтесь утилитой «SCADA_TM.exe», выданной преподавателем. Поместите свою схему сети в одну папку с этой утилитой. Отключите задачу «CHECK_GET_TI». В задаче «GET_TI» поменяйте путь к утилите: вместо пути к GET_TI укажите полный путь к задаче «SCADA_TM.EXE». В качестве последнего параметра укажите номер своего варианта. Пример настройки модуля «SCADA_TM.EXE» приведен на рисунке 6.10.

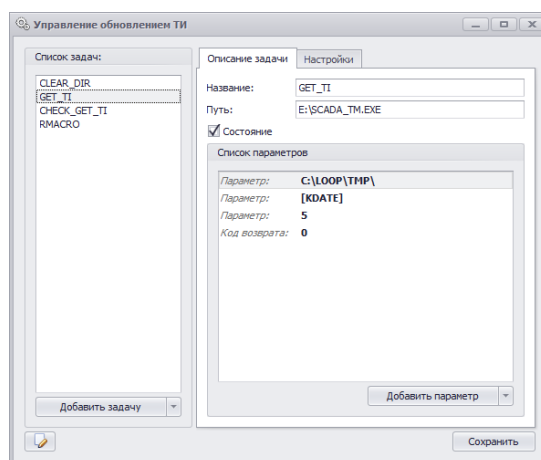


Рисунок 6.10 – Пример настройки модуля «SCADA_TM.exe» для выполнения 5-го варианта задания

4. Нажмите на кнопку «Обновить ТИ». Если все настроено правильно, в папке «C:\LOOP\TMP» появится файл «TI.txt», содержащий информацию об идентификаторах каналов телеизмерений, присутствующих в вашей схеме сети (рисунок 6.11).

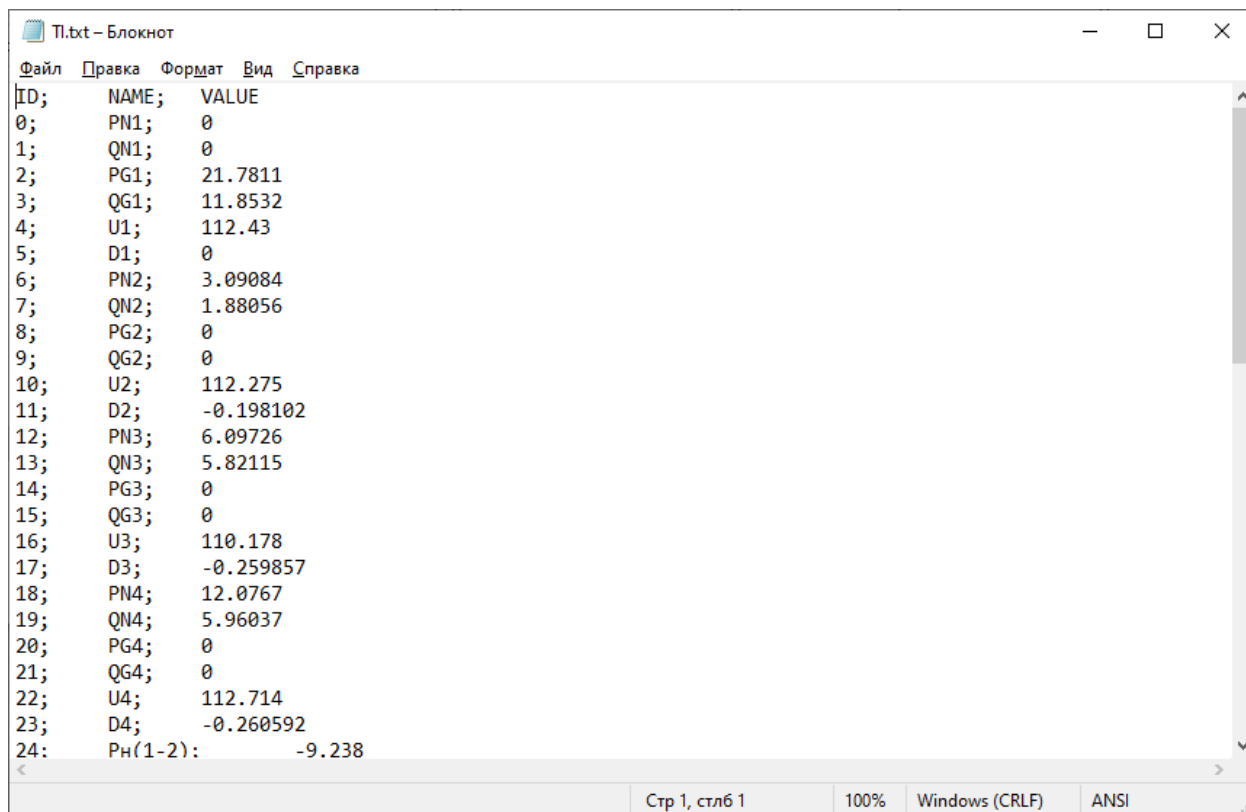


Рисунок 6.11 – Содержимое файла «TI.txt» после правильной настройки обновления телеизмерений

5. В соответствии с номерами этих каналов и с учетом набора телеизмерений, заданных в первой лабораторной работе, настройте таблицу «ТИ:Каналы».

6. Проверьте корректность обновление соответствующих измерений в таблице «ТИ:Каналы» при нажатии на кнопку «Обновить ТИ».

7. Создайте графическое представление своей схемы.

8. Нанесите слой телеизмерений на графическое представление своей схемы.

9. Сформируйте локальную базу данных телеизмерений за сутки с интервалом между измерениями 5 минут. В качестве конфигурационного

файла используйте «C:\LOOP\loopTI.xml».

10. После создания локальной базы данных, постройте графики ваших телеизмерений за сутки.

11. Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Опишите основные кнопки на панели телеметрии ПК «RastrWin».
2. Каков порядок взаимодействия ОИК и ПК RastrWin?
3. Для чего нужна утилита «Get_TM.exe»?
4. Какие параметры передаются в утилиту «Get_TM.exe» при каждом запуске?
5. Что выполняет задача «CLEAR_DIR»?
6. Что выполняет задача «CHECK_GET_TI»?
7. Что делает макрос «update_TI.rbs»?
8. Для чего нужна таблице «ТИ:Привязка»?
9. Каково назначение таблицы «ТИ:Каналы»?
10. Каким образом можно посмотреть ретроспективу телеизмерений в ПК «RastrWin»?

7 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

Тема: «Выявление недостоверных измерений в ПК RastrWin3»

Цель работы: Приобрести практические навыки работы с телеизмерениями и телесигналами в программном комплексе RastrWin3.

Теоретическое обоснование

7.1 Выявление недостоверных измерений

В ПК «RastrWin» есть несколько инструментов для выявления недостоверных измерений.

7.1.1 Фильтрация грубых ошибок на основе простейших проверок

Включает в себя несколько этапов:

– контроль допустимых и номинальных значений измерений (рисунок 7.1);

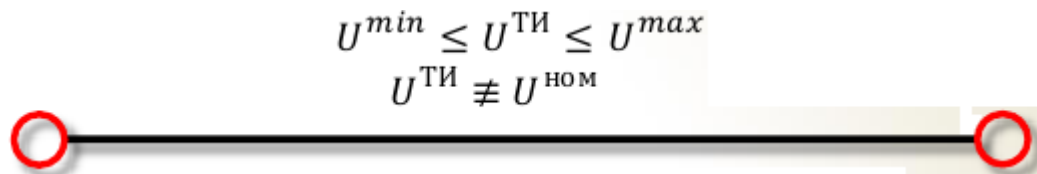


Рисунок 7.1 – Контроль допустимых значений

– контроль направления потоков мощности (рисунок 7.2);

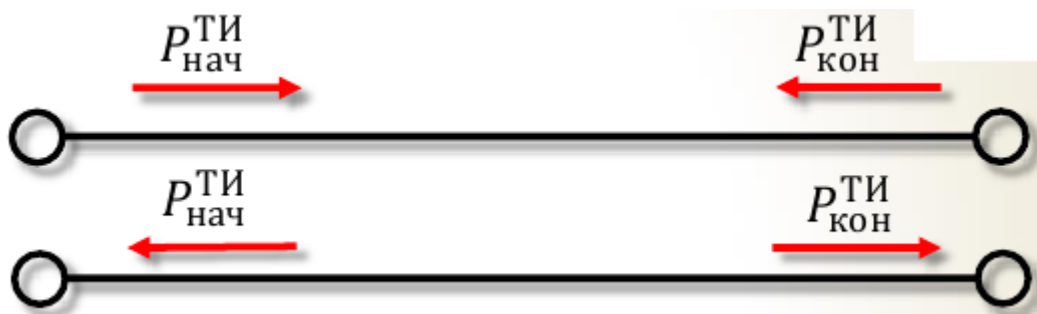


Рисунок 7.2 – Контроль направления потоков мощности

– контроль соответствия состояния линий с измерениями потоков мощности (рисунок 7.3);

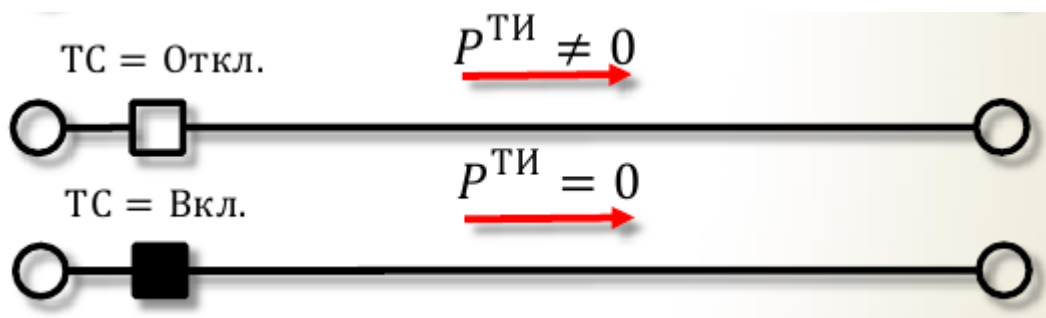


Рисунок 7.3 – Контроль достоверности телесигналов

– контроль положительного значения потери мощности (рисунок 7.4);

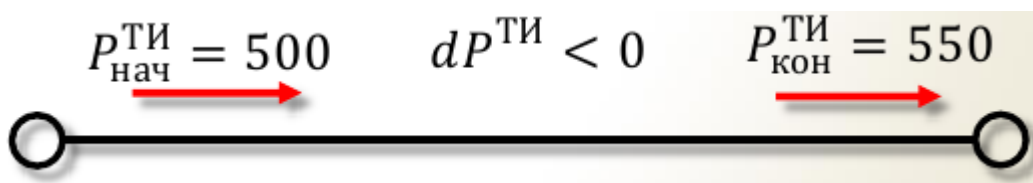


Рисунок 7.4 – Контроль потерь активной мощности

– анализ баланса мощности в узле (рисунок 7.5);

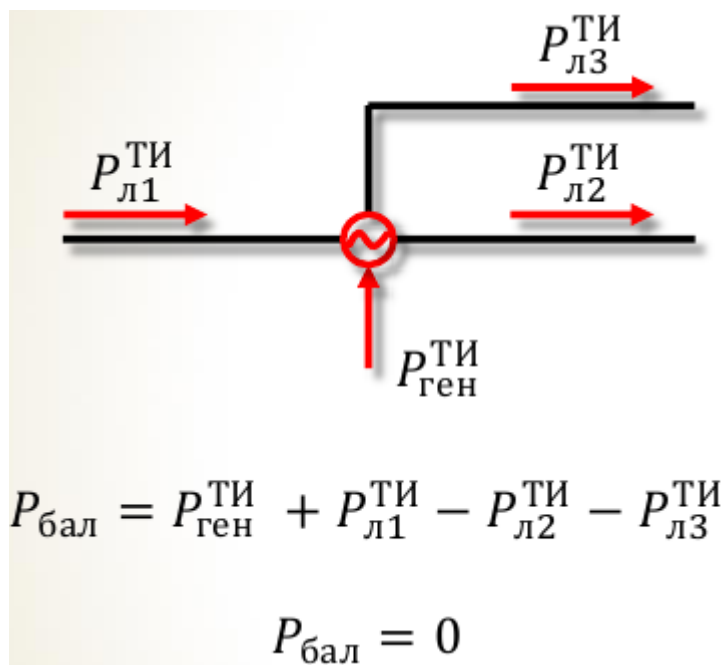


Рисунок 7.5 – Контроль баланса мощности в узле

– фильтрация грубых ошибок на основе анализа потерь мощности (рисунок 7.6).

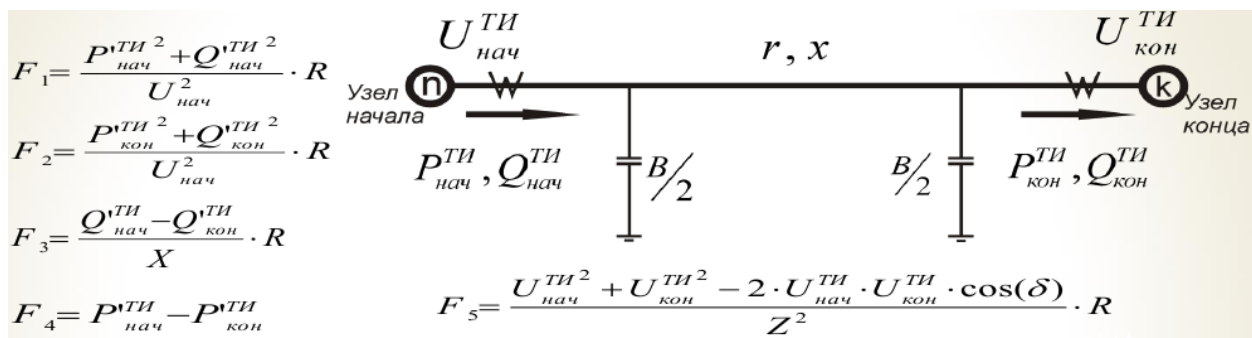


Рисунок 7.6 – Метод контрольных уравнений

Для запуска инструмента фильтрации грубых ошибок необходимо нажать на кнопку  «[Фильтр ТИ]» на панели управления телеметрией. Откроется диалоговое окно, изображенное на рисунке 7.7. Оно позволяет выполнить про

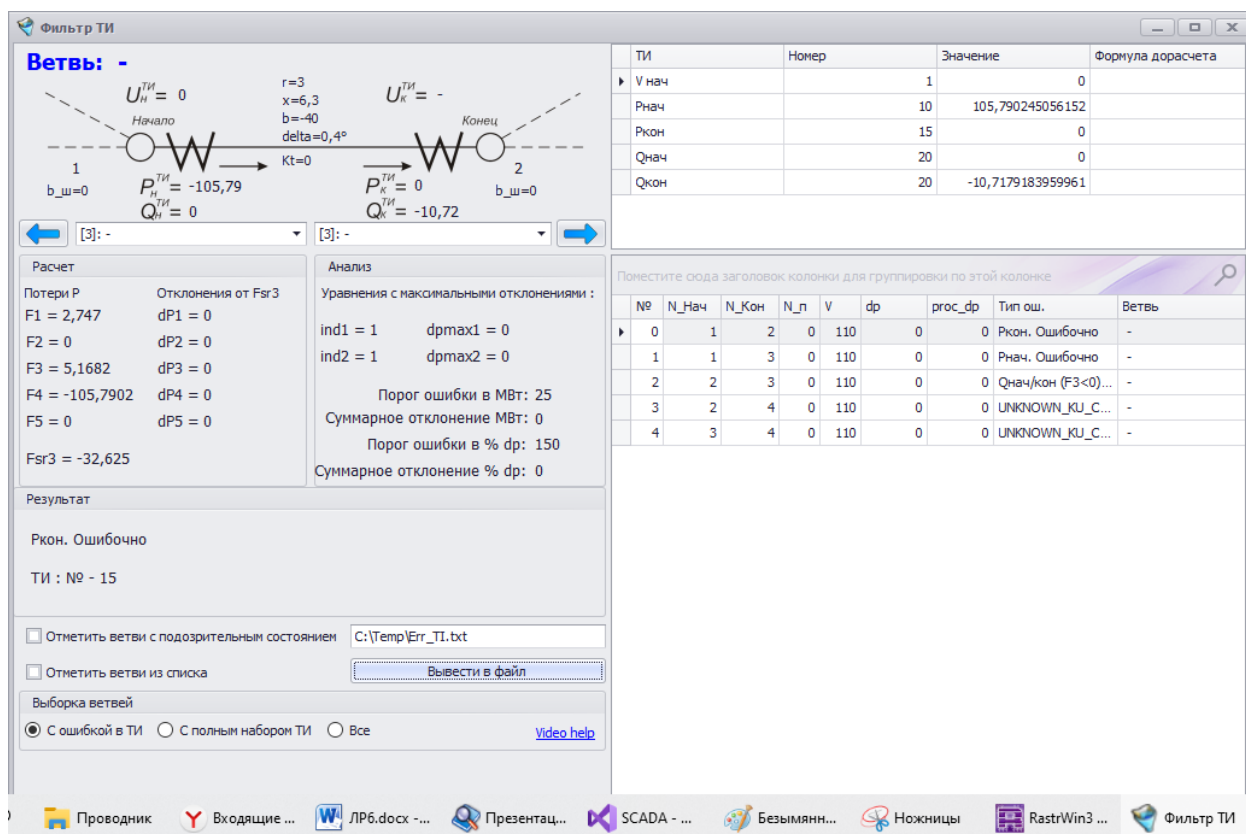


Рисунок 7.7 – Метод контрольных уравнений

7.1.2 Фильтрация измерений на основе статистики

Помимо фильтрации грубых ошибок на основе простейших проверок, в ПК «RastrWin» имеется инструмент выявления недостоверных измерений на

основе статистики наблюдения графиков ТИ. Для использования этого инструмента, необходимо сформировать локальную базу данных измерений (см. лабораторную работу №5), а затем открыть вкладку «Статистика ТИ» (рисунок 7.8).

№	Тип	Имя	Привяз...	Id1	Id2	Id3	График	Min	Max	Среднее	СКО (от сред.)	СКО(N)	Откл. > 3 СКО	Скачок
1	ТИ	U	U	1	0	0	☐	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	☐	0,00
2	ТИ	Rген	Rген	1	0	0	☐	13,37	35,58	21,69	5,40	0,25	☐	-0,68
3	ТИ	Rнаг	Rнаг	2	0	0	☐	6,05	20,36	13,63	4,08	0,30	☐	0,82
4	ТИ	Qнаг	Qнаг	3	0	0	☐	106,03	117,14	111,25	2,79	0,03	☐	0,74
5	ТИ	Rнаг	Rнаг	4	0	0	☐	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	☐	0,00
6	ТИ	Qген	Qген	1	0	0	☐	0,34	5,71	3,30	1,06	0,32	☐	0,74
7	ТИ	Qнаг	Qнаг	2	0	0	☐	0,21	3,37	1,71	0,63	0,37	☐	0,19
8	ТИ	Qнаг	Qнаг	3	0	0	☐	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	☐	0,00
9	ТИ	Qнаг	Qнаг	4	0	0	☐	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	☐	0,00
10	ТИ	- Rнач	Rнач	1	2	0	☐	106,15	117,27	111,45	2,76	0,02	☐	-0,87
11	ТИ	- Rнач	Rнач	1	3	0	☐	-0,56	-0,12	-0,22	0,09	0,41	☒	0,31
12	ТИ	- Rнач	Rнач	2	3	0	☐	5,26	15,01	8,77	2,65	0,30	☐	-0,31
13	ТИ	- Rнач	Rнач	2	4	0	☐	4,40	14,65	8,29	2,87	0,35	☐	-0,31
14	ТИ	- Rнач	Rнач	3	4	0	☐	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	☐	0,00
15	ТИ	- Rкон	Rкон	1	2	0	☐	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	☐	0,00
16	ТИ	- Rкон	Rкон	1	3	0	☐	107,41	148,50	114,11	7,12	0,06	☒	29,78
17	ТИ	- Rкон	Rкон	2	3	0	☐	-0,78	-0,15	-0,27	0,11	0,41	☒	0,47
18	ТИ	- Rкон	Rкон	2	4	0	☐	4,99	16,50	9,54	2,99	0,31	☐	-0,90
19	ТИ	- Rкон	Rкон	3	4	0	☐	2,15	9,82	5,48	1,72	0,31	☐	0,54
20	ТИ	- Qнач	Qнач	1	2	0	☐	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	☐	0,00
21	ТИ	- Qнач	Qнач	1	3	0	☐	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	☐	0,00
22	ТИ	- Qнач	Qнач	2	3	0	☐	106,66	117,88	112,07	2,74	0,02	☐	-1,25
23	ТИ	- Qнач	Qнач	2	4	0	☐	-0,77	-0,15	-0,28	0,11	0,40	☒	0,46
24	ТИ	- Qнач	Qнач	3	4	0	☐	-25,65	0,00	-9,34	4,59	0,49	☒	14,44
25	ТИ	- Qкон	Qкон	1	2	0	☐	-25,45	0,00	-9,31	4,56	0,49	☒	14,28
26	ТИ	- Qкон	Qкон	1	3	0	☐	-14,23	0,00	-5,64	2,81	0,50	☒	8,57
27	ТИ	- Qкон	Qкон	2	3	0	☐	-14,39	0,00	-6,08	2,87	0,47	☐	8,76

Рисунок 7.8 – Метод контрольных уравнений

Это инструмент позволяет рассчитать следующие показатели:

- Min (минимальное значение ТИ);
- Max (максимальное значение ТИ);
- Среднее (среднее значение ТИ);
- Дисперсия (дисперсия ТИ)
- СКО(от ср.) (среднее квадратическое отклонение от среднего значения);
- СКО(N) (нормированное среднее квадратическое отклонение);
- Корреляция ТИ (коэффициент корреляции между измерениями);
- Число переключений ТС;
- max скачок.

Используя эту информацию можно найти ошибочные выбросы

значений телеизмерений, зависимые или перепутанные телеизмерения и так далее.

Полезной опцией является возможность наложения графиков друг на друга. Это позволяет, например, выявить несоответствие состояния ЛЭП по датчикам ТС и по датчикам ТИ перетоков мощности.

7.1.3 Проверка наблюдаемости схемы сети

Для проверки наблюдаемости схемы сети необходимо выполнить пункт меню «Расчеты → Выполнить → ТИ → Выделить на графике → Ненаблюдаемый фрагмент». Указанная команда выделить на графике схемы сети наблюдаемые и ненаблюдаемые участки.

7.1.4 Оценивание состояния

Для оценивания состояния необходимо выполнить следующие этапы:

1. Создать схему сети. Этот этап соответствует стандартной процедуре ввода схемы сети путем заполнения таблицы узлов и ветвей.
2. Расставить признаки наличия нагрузки и генерации в узлах (рисунок 7.9).



	О	Б	Тип	Номер	Название	U_ном	Район	РГость	PНаст	P_н	Q_н	P_г	Q_г
1	☐		Нагр	3	Трехноск	220		Нет	P,Q	146,9	107,2		
2	☐		Нагр	10	ТАПИИ	510	1	Нет	Нет				
3	☐		Нагр	35	Бас220	220		Нет	P,Q	89,1	107,4		
4	☐		Нагр	30	БАЗ	505		Нет	Нет				
5	☐		Нагр	52	НСВТЭЦ	220		Нет	P,Q	-66,0	15,6		
6	☐		Ген	54	РФГРЭС	520		P,Q	Q			1997,1	223,6
7	☐		Нагр	58	Южная220	230		Нет	P,Q	524,3	349,0		
8	☐		Нагр	60	ЮЖНАЯ	511		Нет	Нет				
9	☐		Ген	63	РФГРЭС22	235		P,Q	P,Q	247,0	162,4	293,7	77,4

Рисунок 7.9 – Метод контрольных уравнений

Этот этап можно выполнить вручную, либо через макрос «Расчеты → Выполнить → ТИ → Расстановка PНаст PГость».

3. Желательно задать физические ограничения на рассчитываемые величины (пределы по напряжению, нагрузкам и генерации). Для этого

существует форма «Открыть → Узлы → Узлы/огранич» (рисунок 7.10).

	S	O	Тип	Номер	Название	Рн есть	РГ есть	P_L	P_L_min	P_G_max	P_n	Pn min	Pn max	V	Delta	U_min	U_max	Q_L	Q_min	Q_max	Q_n	Qn min	Qn max
1			Нагр	3	Травянок	P,Q	Нет				146,9			229,73	31,07						107,2		
2			Нагр	10	ТАПИЛ	Нет	Нет							515,27	30,41								
3			Нагр	35	Баз220	P,Q	Нет				89,1			224,01	30,19						107,4		
4			Нагр	39	БАЗ	Нет	Нет							502,72	30,72								
5			Нагр	52	НСВГЭЦ	P,Q	Нет				-66,0			230,15	30,24						15,6		
6			Ген	54	РФПЭС	Нет	P,Q	1997,1		2 100,0000				534,67	35,64			223,6	-475,0	1 410,0			
7			Нагр	58	Южн-220	P,Q	Нет				524,3			227,10	28,06						349,0	50,000	380,000
8			Нагр	60	Южн-1АЯ	Нет	Нет							522,61	30,07								
9			Ген	63	РФПЭС22	P,Q	P,Q	293,7	150	800,0000	247,0			243,08	35,53			77,4	-10,0	180,0	162,4		
10			Нагр	64	Окуново	P,Q	Нет				234,1			241,23	34,72						54,6		
11			Ген	65	БАЗС	P,Q	P,Q	630,0		630,0000	630,0			235,56	32,60			134,5	10,0	360,0	84,7		
12			Нагр	73	Тагил220	P,Q	Нет				401,9			224,83	27,86						317,7	50,000	380,000
13			Нагр	74	НТГРЭС	P,Q	P,Q	2,3			80,9			224,14	27,50			154,0			180,9		
14			Нагр	75	Качканар	P,Q	Нет				57,4			223,50	26,18						54,1		
15			Нагр	78	Солка	P,Q	Нет				23,9			224,67	27,67						-14,3		
16			Нагр	81	Каневская	P,Q	Нет				73,0			229,89	30,84						54,7		
17			Нагр	112	Шаголл220	P,Q	Нет				-37,9	-180,00	180,00	230,22	24,35						200,5	60,000	350,000
18			Нагр	114	ШАГОЛ	Нет	Нет							510,70	22,98								
19			Нагр	121	Привалов	P,Q	Нет				62,0	-100,00	130,00	118,82	10,07						40,0	40,000	90,000
20			Нагр	123	ПРИВАЛОВ	Нет	Нет							509,44	11,87								

Рисунок 7.10 – Метод контрольных уравнений

4. В случае наличие в схеме ненаблюдаемых участков, необходимо также задать базовый режим. Для этого служит таблица «Открыть → Телеизмерения → ТИ: Базовый режим (ПТИ)».

Далее необходимо выполнить оценивание состояния, нажав на кнопку  «[Rastr_OC]» на панели управления телеметрией. Результаты расчетов появятся в таблице «ТИ: Каналы».

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками: процессор Intel Pentium с тактовой частотой не менее 1 ГГц, оперативная память – не менее 1 Гб, свободное дисковое пространство – не менее 2 Убайт, монитор типа SVGA с диагональю не менее 15". Программное обеспечение – операционная система WINDOWS 7 и выше / Linux.

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров:

самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

Защита работы

Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает индивидуальное задание. Защита лабораторной работы происходит только после его выполнения (индивидуального задания). При защите лабораторной работы студент отвечает на контрольные вопросы, приведенные в конце, и поясняет выполненное индивидуальное задание. Ход защиты лабораторной работы контролируется преподавателем.

Задание

1. Изучите видео «2016 Курсы ОДУ Урала ч.2 Оценивание состояния в RastrWin3.mp4».

2. Программа «SCADA_TM.exe» намеренно исказила некоторые измерения. В течение суток сгенерированы следующие недостоверные измерения:

– в течение 3-х часов телесигнал о состоянии коммутационных аппаратов на линии не соответствовал действительности (не более одного искаженного сигнала в час);

– в течение 3-х часов погрешности некоторых измерений были выше нормального режима работы датчика (не более одного искаженного измерения в час);

– в течение 3-х часов датчик реактивной нагрузки был поврежден и выдавал некорректные результаты (не более одного неисправного датчика в час).

Используя инструменты ПК «RastrWin», найдите указанные недостоверные измерения.

3. Исключив недостоверные измерения, проверьте наблюдаемость сети в соответствующие часы суток.

4. Выполните оценивание состояния. Проанализируйте получившиеся результаты. Оцените погрешности измерительных устройств.

Контрольные вопросы

1. Что такое недостоверные измерения?
2. Какие инструменты для выявления недостоверных измерений вы знаете в ПК «RastrWin»?
3. Как пользоваться инструментом «Фильтр ТИ»? Какие проверки он осуществляет?
4. Для чего нужен инструмент «Статистика ТИ»?
5. Как можно выявить ошибочные сигналы ТС?
6. Как можно выявить ошибочные сигналы ТИ?
7. Что такое наблюдаемость сети?
8. Как выполнить проверку наблюдаемости сети?
9. Как выполнить оценивание состояния в ПК «RastrWin»?

8 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

Тема: «Методы прогнозирования электрических нагрузок»

Цель работы: Приобрести практические навыки прогнозирования нагрузок с помощью современных информационных технологий

Прогнозирование электрических нагрузок в электрических сетях является важной областью исследования в электроэнергетике. Оно необходимо для решения широкого спектра прикладных задач, связанных с текущим планированием и оперативным управлением режимами электрической сети. Точность прогноза влияет на экономичность работы оборудования, и, как следствие, на стоимость электроэнергии для конечного потребителя.

Прогнозирование нагрузок проводится для различных периодов упреждения. Период упреждения прогноза – это промежуток времени, на который разрабатывается прогноз. В настоящее время не существует единой классификации периодов прогнозирования. Разные авторы предлагают различные определения оперативного, краткосрочного и долгосрочного прогнозов. Некоторые авторы, временные диапазоны прогнозирования классифицируются следующим образом: в пределах текущих суток – оперативный прогноз; вперед на сутки-неделю-месяц – краткосрочный; на месяц-квартал-год – долгосрочный. Другие авторы реализуют временные периоды прогнозирования в несколько иных вариантах, а именно: очень краткосрочный прогноз (от нескольких секунд до часа вперед); краткосрочный прогноз (от часа до недели вперед); среднесрочный прогноз (от недели до года вперед); долгосрочный прогноз (от года до 20 лет вперед).

В настоящей работе, будем использовать следующую классификация периодов прогнозирования:

- оперативный прогноз – прогноз нагрузок на интервале до часа;
- краткосрочный прогноз – прогноз нагрузок на интервале до суток.

В общем случае, значения электрических нагрузок потребителей в конкретный момент времени является случайной величиной. Изменение нагрузки с течением времени называется графиком нагрузки. Для выполнения прогноза графика нагрузок необходимо определить влияющие на него факторы. Единой классификации этих факторов не существует. В большинстве случаев по периодичности возникновения их можно разделить на естественные, случайные и циклические. В свою очередь, каждые из них можно разделить на множество факторов по типу их возникновения, наиболее значимыми из которых можно выделить метеорологические и социально-экономические.

Метеорологические факторы отражают зависимость графиков электропотребления от изменения погодных условий. Социально-экономические факторы отражают зависимость графика электрических нагрузок от показателей, вызванных социально-экономическими укладами жизнедеятельности и экономической активности. В таблице 8.1 приведена классификация основных факторов, влияющих на графики нагрузок.

Следует отметить, что приведенная классификация, как и большинство других, ориентированы на прогнозирование более агрегированных нагрузок и не могут охватить всех влияющих факторов, характерных для отдельных небольших бытовых, коммунальных и коммерческих потребителей.

Для прогнозирования нагрузок применяют различные методы и модели прогнозирования. Метод прогнозирования – это последовательность действий, которые нужно совершить для получения модели прогнозирования. Модель прогнозирования – функциональное представление, адекватно описывающее исследуемый процесс и являющееся основой для получения его будущих значений.

Таблица 8.1 – Классификация основных факторов, влияющих на график нагрузки

Факторы	Естественные	Циклические	Случайные
Социально-экономические	Индивидуальная производственная программа работы крупных промышленных объектов	Время суток	Аварии
	Продолжительность отопительного периода		
	Ввод в эксплуатацию крупных энергоемких объектов	День недели и тип дня недели	
	Использование альтернативных источников электроснабжения		
Метеорологические	Направление и скорость ветра	Температура воздуха	Резкие изменений погодных условий
	Атмосферное давление		
	Относительная влажность воздуха	Время восхода и захода солнца	
	Облачность и осадки		

По оценкам зарубежных и отечественных систематиков прогнозтики уже насчитывается свыше ста методов прогнозирования. В литературе имеется большое количество классификационных схем методов прогнозирования. На рисунке 8.1 приведена наиболее общая классификация методов и моделей прогнозирования.

Все методы прогнозирования можно разделить на интуитивные и формализованные.

Интуитивные методы прогнозирования имеют дело с суждениями и оценками экспертов. Они часто применяются в маркетинге, экономике, политике.

Формализованные методы – методы прогнозирования, в результате которых строят модели прогнозирования, то есть определяют такую математическую зависимость, которая позволяет вычислить будущее значение процесса, то есть сделать прогноз.

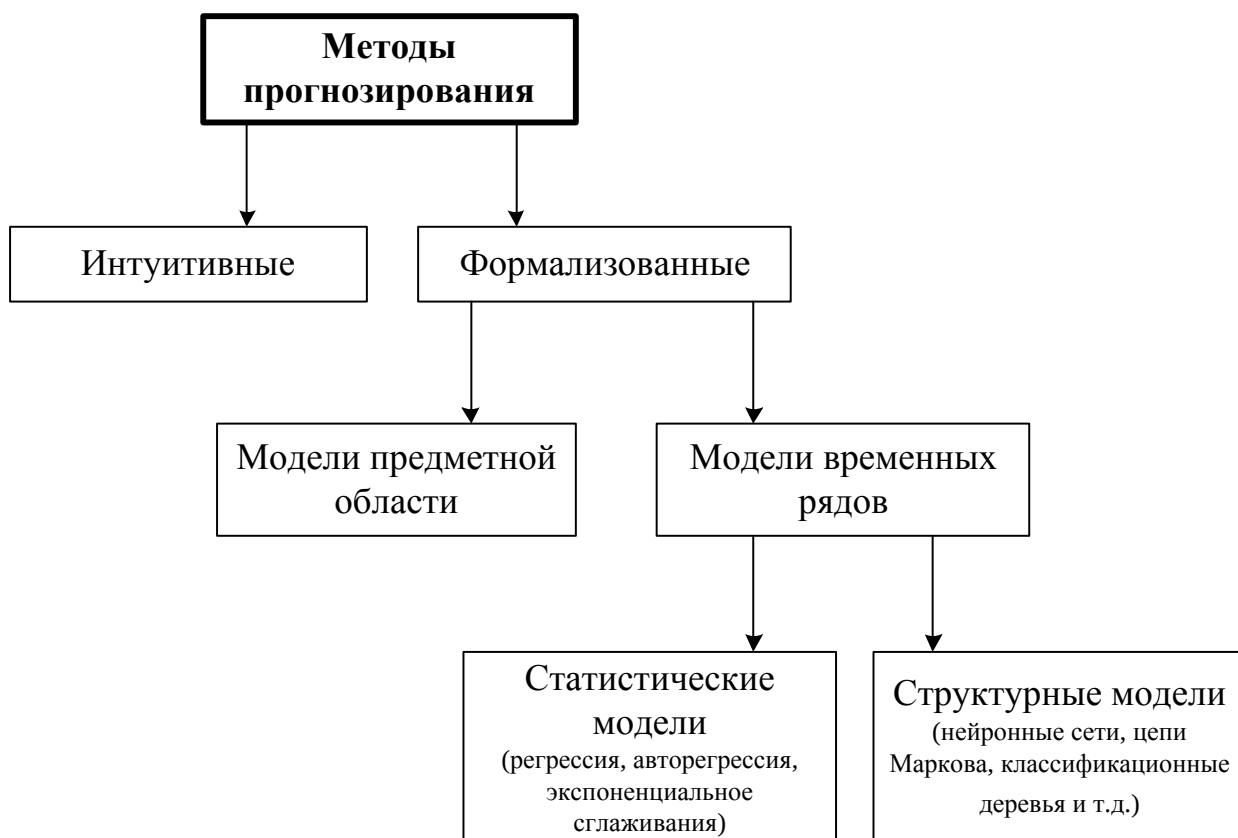


Рисунок 8.1 – Обобщенная классификация методов и моделей прогнозирования

Модели предметной области – математические модели прогнозирования, для построения которых используют законы предметной области.

Модели временных рядов – математические модели прогнозирования, которые стремятся найти зависимость будущего значения от прошлого внутри самого процесса и на этой зависимости вычислить прогноз. Эти модели универсальны для различных предметных областей, то есть их общий вид не меняется в зависимости от природы временного ряда.

В статистических моделях зависимость будущего значения от прошлого задается в виде некоторого уравнения. К ним относятся:

- регрессионные модели (линейная регрессия, нелинейная регрессия);
- авторегрессионные модели (ARIMA, GARCH, ARDLN);

- модель экспоненциального сглаживания;
- модель по выборке максимального подобия;
- и т.д.

В структурных моделях зависимость будущего значения от прошлого задается в виде некоторой структуры и правил перехода по ней. К ним относятся:

- нейросетевые модели;
- модели на базе цепей Маркова;
- модели на базе классификационно-регрессионных деревьев;
- и т.д.

Для прогнозирования электропотребления в электрических сетях в том или ином виде применяются все перечисленные методы и модели. Наиболее важными характеристиками моделей графиков потребления электроэнергии, являются:

- способ моделирования трендовой, сезонной, недельной составляющих временного ряда;
- способ нелинейного моделирования временного ряда;
- способ моделирования случайной составляющей временного ряда;
- способ учета влияния внешних факторов на процесс.

В рамках настоящей работы для предлагается сравнительное исследование статистических и структурных моделей временных рядов и выбор наиболее эффективных методов прогнозирования.

Общие сведения о временных рядах

Временной ряд (или ряд динамики) – собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров (в простейшем случае одного) исследуемого процесса. Каждая единица статистического материала называется измерением или отсчётом, также допустимо называть его уровнем на указанный с ним момент времени. Во

временном ряде для каждого отсчёта должно быть указано время измерения или номер измерения по порядку. Временной ряд существенно отличается от простой выборки данных, так как при анализе учитывается взаимосвязь измерений со временем, а не только статистическое разнообразие и статистические характеристики выборки.

Анализ временных рядов — совокупность математико-статистических методов анализа, предназначенных для выявления структуры временных рядов и для их прогнозирования. Сюда относятся, в частности, методы регрессионного анализа. Выявление структуры временного ряда необходимо для того, чтобы построить математическую модель того явления, которое является источником анализируемого временного ряда. Прогноз будущих значений временного ряда используется для эффективного принятия решений.

Временные ряды состоят из двух элементов:

- периода времени, за который или по состоянию на который приводятся числовые значения;
- числовых значений того или иного показателя, называемых уровнями ряда.

Временные ряды классифицируются по следующим признакам:

- по форме представления уровней: ряды абсолютных показателей, относительных показателей, средних величин.
- по количеству показателей, для которых определяются уровни в каждый момент времени: одномерные и многомерные временные ряды;
- по характеру временного параметра: моментные и интервальные временные ряды. В моментных временных рядах уровни характеризуют значения показателя по состоянию на определенные моменты времени. В интервальных рядах уровни характеризуют значение показателя за определенные периоды времени. Важная особенность интервальных временных рядов абсолютных величин заключается в возможности

суммирования их уровней. Отдельные же уровни моментного ряда абсолютных величин содержат элементы повторного счёта. Это делает бессмысленным суммирование уровней моментных рядов;

– по расстоянию между датами и интервалами времени выделяют равноотстоящие – когда даты регистрации или окончания периодов следуют друг за другом с равными интервалами и неполные (неравноотстоящие) – когда принцип равных интервалов не соблюдается;

– по наличию пропущенных значений: полные и неполные временные ряды;

– временные ряды бывают детерминированными и случайными: первые получают на основе значений некоторой неслучайной функции (ряд последовательных данных о количестве дней в месяцах); вторые есть результат реализации некоторой случайной величины.

– в зависимости от наличия основной тенденции выделяют стационарные ряды, в которых среднее значение и дисперсия постоянны, и нестационарные, содержащие основную тенденцию развития.

Каждый уровень временного ряда формируется под воздействием большого числа факторов, которые условно можно подразделить на три группы:

- 1) факторы, формирующие тенденцию ряда (тренд T);
- 2) факторы, формирующие циклические колебания ряда (сезонная компонента S);
- 3) случайные факторы (E).

Большинство временных рядов экономических показателей имеют тенденцию, характеризующую совокупное долговременное воздействие множества факторов на динамику изучаемого показателя. Все эти факторы, взятые в отдельности, могут оказывать разнонаправленное воздействие на исследуемый показатель. Однако в совокупности они формируют его

возрастающую или убывающую тенденцию. На рисунке 8.2 показан гипотетический временной ряд, содержащий возрастающую тенденцию.

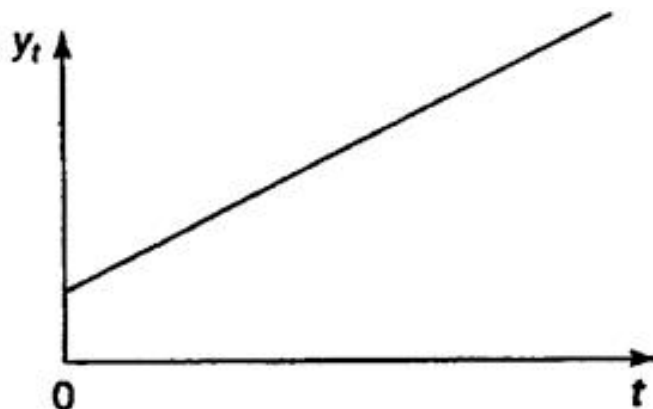


Рисунок 8.2 – Гипотетический временной ряд, содержащий возрастающую тенденцию

Также изучаемый показатель может быть подвержен циклическим колебаниям. Эти колебания могут носить сезонный характер, поскольку экономическая деятельность ряда отраслей экономики зависит от времени года (например, цены на сельскохозяйственную продукцию в летний период выше, чем в зимний; уровень безработицы в курортных городах в зимний период выше по сравнению с летним). При наличии больших массивов данных за длительные промежутки времени можно выявить циклические колебания, связанные с общей динамикой наблюдаемого явления. На рисунке 8.3 представлен гипотетический временной ряд, содержащий только сезонную компоненту.

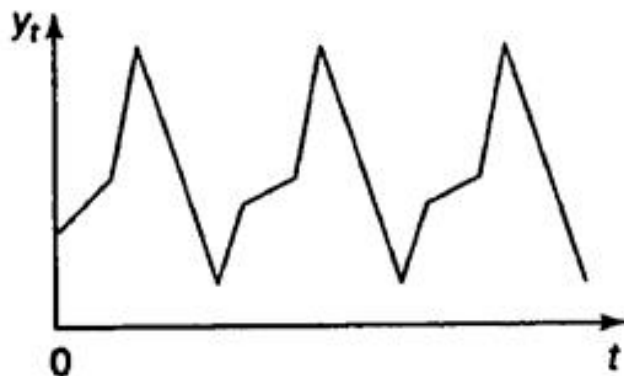


Рисунок 8.3 – Гипотетический временной ряд, содержащий только сезонную компоненту

Некоторые временные ряды не содержат тенденции и циклической компоненты, а каждый следующий их уровень образуется как сумма среднего уровня ряда и некоторой (положительной или отрицательной) случайной компоненты. Такие ряды называются стационарными. Пример ряда, содержащего только случайную компоненту, приведен на рисунке 8.4.

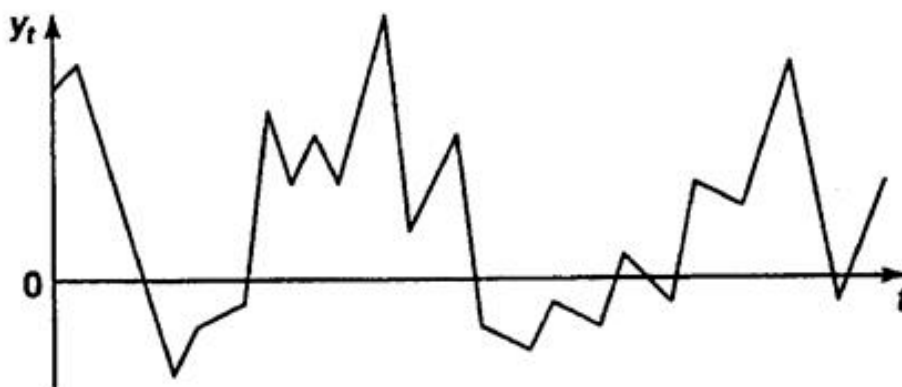


Рисунок 8.4 – Ряд, содержащий только случайную компоненту
(стационарный временной ряд)

Очевидно, что реальные данные не следуют целиком и полностью из каких-либо описанных выше моделей. Чаще всего они содержат все три компоненты. Каждый их уровень формируется под воздействием тенденции, сезонных колебаний и случайной компоненты. Ряды, содержащие в своем составе две или три компоненты, называются нестационарными. В большинстве случаев фактический уровень временного ряда можно представить как сумму или произведение трендовой (Т), циклической (S) и случайной компонент (E).

В случае суммы имеет место аддитивная модель временного ряда:

$$y = T + S + E \quad (8.1)$$

в случае произведения – мультипликативная модель:

$$y = T \cdot S \cdot E \quad (8.2)$$

Модель Бокса-Дженкинса

Одним из традиционных методов, применяемых при прогнозировании временных рядов, является модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). Модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (английская аббревиатура ARIMA – autoregressive integrated moving average) была предложена американскими учёными Боксом и Дженкинсом в 1976 г. как один из методов оценки неизвестных параметров и прогнозирования временных рядов.

Моделью авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего называется модель, которая применяется при моделировании нестационарных временных рядов.

Нестационарный временной ряд характеризуется непостоянными математическим ожиданием, дисперсией, автоковариацией и автокорреляцией.

В основе модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего лежат два процесса:

- процесс авторегрессии;
- процесс скользящего среднего.

Авторегрессионная модель – модель временных рядов, в которой значения временного ряда в данный момент линейно зависят от предыдущих значений этого же ряда. Математически, процесс авторегрессии порядка p (AR(p)-процесс) определяется следующим образом:

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p a_i \cdot X_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (8.3)$$

где a_i – параметры модели (коэффициенты авторегрессии);

c – постоянная (часто для упрощения предполагается равной нулю);

ε_t – белый шум.

Каждое наблюдение в модели авторегрессии представляет собой сумму случайной компоненты и линейной комбинации предыдущих наблюдений. Простейшим примером является авторегрессионный процесс первого порядка AR(1)-процесс:

$$X_t = c + a_1 \cdot X_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (8.4)$$

Процесс скользящего среднего q -го порядка MA(q) – модель временного ряда вида:

$$X_t = \sum_{j=0}^q b_j \cdot \varepsilon_{t-j}, \quad (8.5)$$

где ε_t – белый шум;

b_j – параметры модели (b_0 можно считать равным 1 без ограничения общности).

Также в модель иногда добавляют константу. Тем не менее, поскольку чаще всего модели скользящего среднего используются для моделирования случайных ошибок временных рядов, то константу можно считать параметром основной модели.

Текущее наблюдение в модели скользящего среднего представляет собой сумму случайной компоненты в данный момент времени и линейной комбинации случайных воздействий в предыдущие моменты времени.

Процесс белого шума формально можно считать процессом скользящего среднего нулевого порядка — MA(0).

Чаще всего на практике используют процесс скользящего среднего первого порядка MA(1)

$$X_t = b_1 \cdot \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (8.6)$$

Следовательно, в общем виде модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего описывается формулой:

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p a_i \cdot X_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \cdot \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (8.7)$$

В обозначениях Бокса и Дженкинса модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего записывается как АРПСС(p, d, q) или ARIMA (p, d, q), где

p – количество параметров процесса авторегрессии;

d – порядок разностного оператора;

q – количество параметров процесса скользящего среднего.

Для рядов с периодической сезонной компонентой применяется модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего с сезонностью, которая в обозначениях Бокса и Дженкинса записывается как АРПСС (p, d, q) (ps, ds, qs), где

ps – количество параметров сезонной авторегрессии;

ds – сезонный разностный оператор;

qs – количество параметров сезонного скользящего среднего.

Моделирование нестационарных временных рядов с помощью модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего осуществляется в три этапа:

- проверка временного ряда на стационарность;
- идентификация порядка модели и оценивание неизвестных параметров;
- прогноз.

Применение модели АРПСС предполагает обязательную стационарность исследуемого ряда, поэтому на первом этапе данное предположение проверяется с помощью автокорреляционной и частной автокорреляционной функций ряда остатков. Остатки представляют собой разности наблюдаемого временного ряда и значений, вычисленных с помощью модели.

Устранить нестационарность временного ряда можно с помощью метода разностных операторов. Разностным оператором первого порядка называется замена исходного уровня временного ряда разностями первого порядка:

$$\nabla_1^t = X_{t+1} - X_t. \quad (8.8)$$

Разностные операторы первого порядка позволяет исключить линейные тренды. Разностные операторы второго порядка позволяют исключить параболические тренды.

Сезонные разностные операторы предназначены для исключения периодичной сезонности порядка n :

$$\nabla S_1^t = X_{t+n} - X_t. \quad (8.9)$$

Если модель содержит и трендовую, и сезонную компоненты, то необходимо применять оба оператора.

На втором этапе необходимо решить, сколько параметров авторегрессии и скользящего среднего должно войти в модель.

В процессе оценивания порядка модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего применяется квазиньютоновский алгоритм максимизации правдоподобия наблюдения значений ряда по значениям параметров. При этом минимизируется (условная) сумма квадратов остатков модели. Для оценки значимости параметров используется t -статистика Стьюдента. Если значения вычисляемой t -статистики не значимы, соответствующие параметры в большинстве случаев удаляются из модели без ущерба подгонки.

Полученные оценки параметров используются на последнем этапе для того, чтобы вычислить новые значения ряда и построить доверительный интервал для прогноза.

Оценкой точности прогноза, сделанного на основе модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего является

среднеквадратическая ошибка (mean square). Чем меньше данный показатель, тем точнее прогноз. Модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего считается адекватной исходным данным, если остатки модели являются некоррелированными нормально распределёнными случайными величинами.

Расширенная модель АРПСС

Как было указано ранее, на график нагрузок могут влиять различные внешние факторы. Модель АРПСС в классическом виде не может учитывать эти факторы, поскольку строит прогнозный график, основываясь только на предыдущих значениях. Для учета внешних факторов модель ARIMA может быть преобразована в модель ARIMAX (окончание X - «eXtended», расширенная) следующим образом:

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p a_i \cdot X_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \cdot \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t + \sum_{k=1}^z Y_t^k \cdot \alpha^k, \quad (8.10)$$

где $Y_t^1, Y_t^2, \dots, Y_t^k$ – временные ряды внешних факторов;

$\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^k$ – весовые коэффициенты внешних факторов.

Дополнительные слагаемые в выражении (8.10) называют регрессорами и они позволяют добавить учет значений рассматриваемых внешних факторов. Коэффициенты $\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^k$ данной линейной регрессии находятся аналогично коэффициентам a_i и b_j при помощи метода наименьших квадратов.

Важно отметить, что в моделях прогнозирования внешние факторы, то есть показатели $Y_t^1, Y_t^2, \dots, Y_t^k$ должны учитываться в соответствующие моменты времени. Если мы прогнозируем временной ряд $X(t)$ на завтра, то нам нужно иметь под рукой значения внешних факторов $Y_t^1, Y_t^2, \dots, Y_t^k$ на то же самое завтра, иначе модель будет работать некорректно.

Самым простым примером внешнего фактора для временного ряда потребления электроэнергии является температура воздуха. Целый ряд исследований был проведен по данному вопросу и в настоящее время множество моделей прогнозирования потребления электроэнергии включают учет влияния температуры окружающей среды. Однако при прогнозировании в модели учитываются не фактические значения, а прогнозные. Их, как правило, предоставляют специализированные сервисы, например, ГисМетео.

Может возникнуть предположение, что модель прогнозирования тем точнее, чем большее число внешних факторов мы в ней учтем. Однако это принципиально неверное положение. Мы используем в модели, как правило, будущие значения внешних факторов, которые или спрогнозировали заранее, или получили откуда-то из вне, например, прогноз температуры на завтра у ГисМетео. Таким образом, каждый внешний фактор несет в себе ошибку собственного прогноза и эта ошибка может быть большой, а потому самым негативным образом сказаться на точности прогнозирования искомого временного ряда.

Методика выполнения работы

Объект исследования

Для исследования эффективности различных методов прогнозирования предлагается использовать графики нагрузок, полученные автоматизированной информационно-измерительной системой коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) компании «АО Энергомера», установленной на одном из фидеров 10 кВ городской сети города Михайловска. Фидер включает 12 одотрансформаторных подстанций 10/0,4 кВ. Поопорная схема исследуемого фидера приведена на рисунке 8.5.

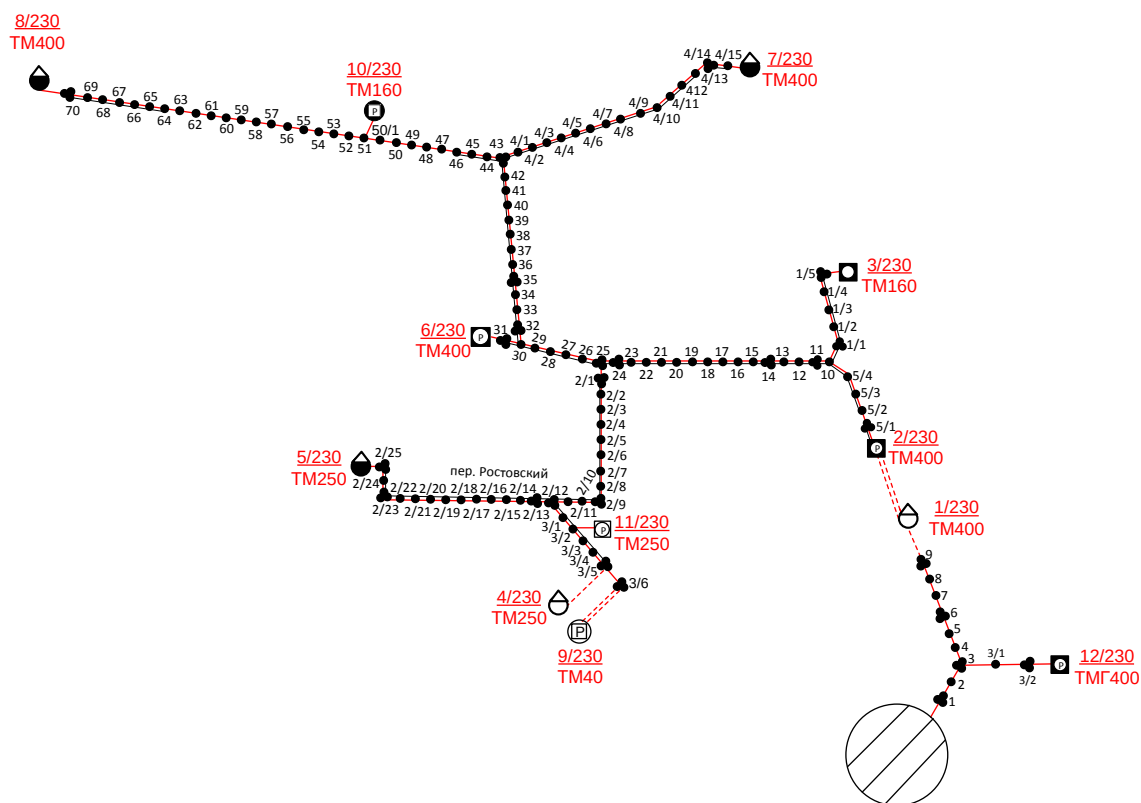


Рисунок 8.5 – Поопорная схема исследуемого фидера 10 кВ

Для исследования выбраны 5 подстанций: ТП2, ТП3, ТП5, ТП7, ТП8. Использовались результаты измерений, полученные за март месяц 2016 года.

Получасовые графики нагрузок в графическом виде приведены на рисунках 8.6 – 8.15, в табличном виде представлены в приложении А.

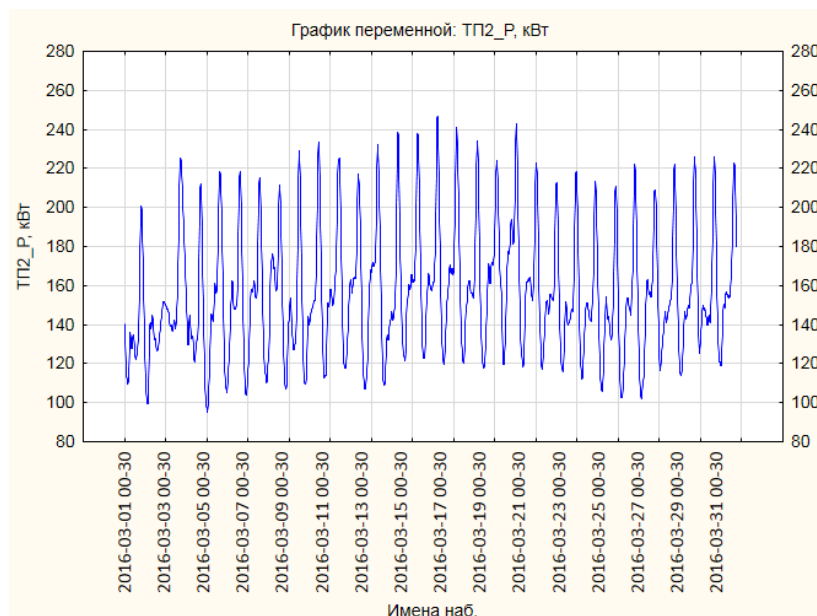


Рисунок 8.6 – Получасовой график активной нагрузки за март 2016 г. на ТП2

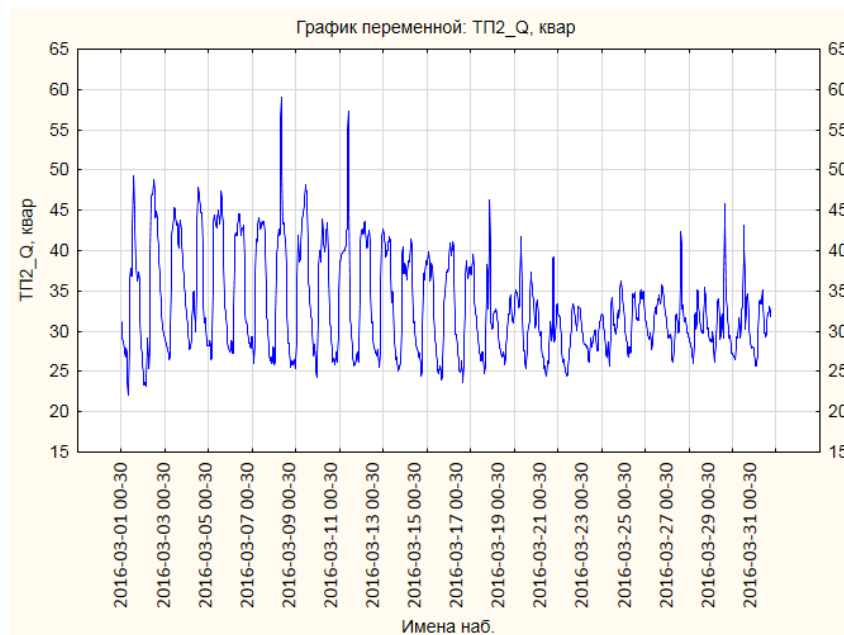


Рисунок 8.7 – Получасовой график реактивной нагрузки за март 2016 г. на
ТП2

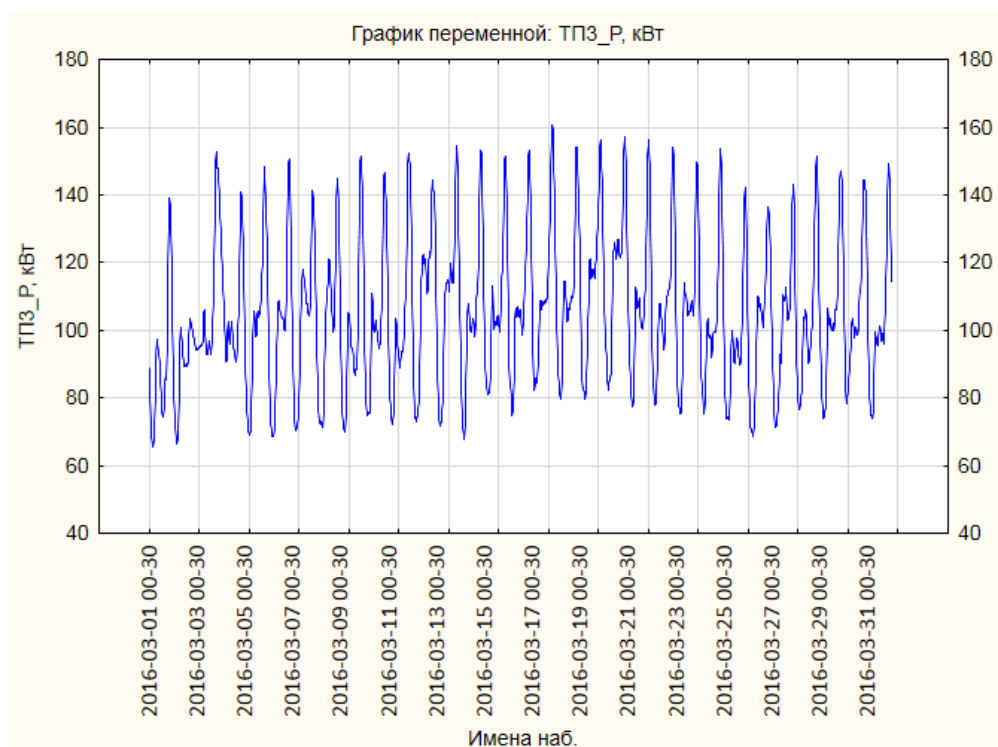


Рисунок 8.8 – Получасовой график активной нагрузки за март 2016 г. на ТП3

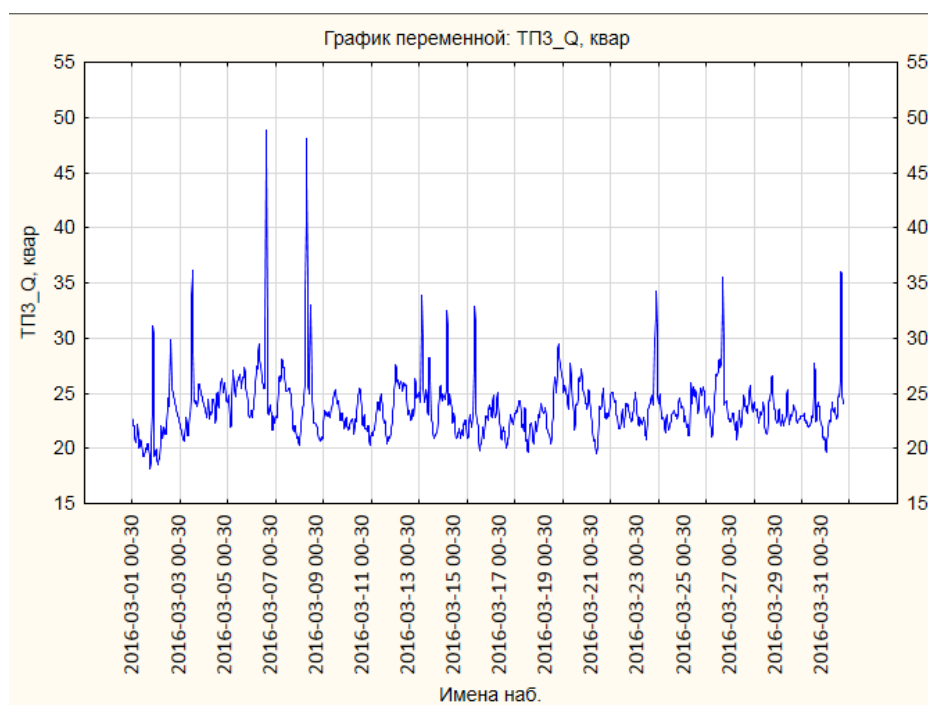


Рисунок 8.9 – Получасовой график реактивной нагрузки за март 2016 г. на
ТПЗ

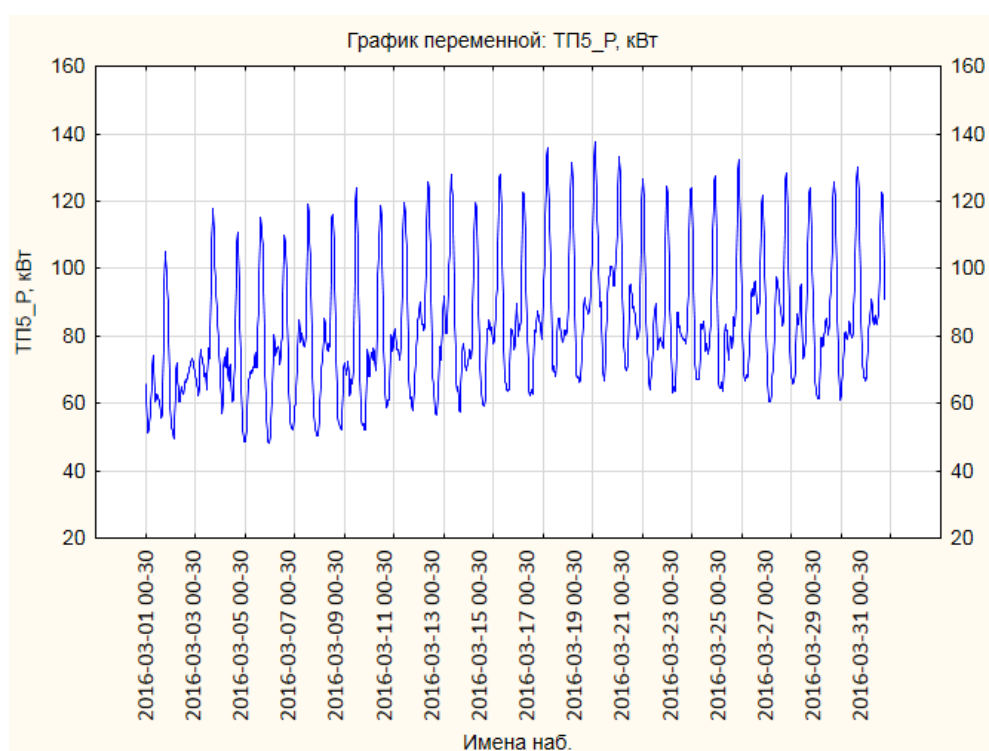


Рисунок 8.10 – Получасовой график активной нагрузки за март 2016 г. на
ТП5

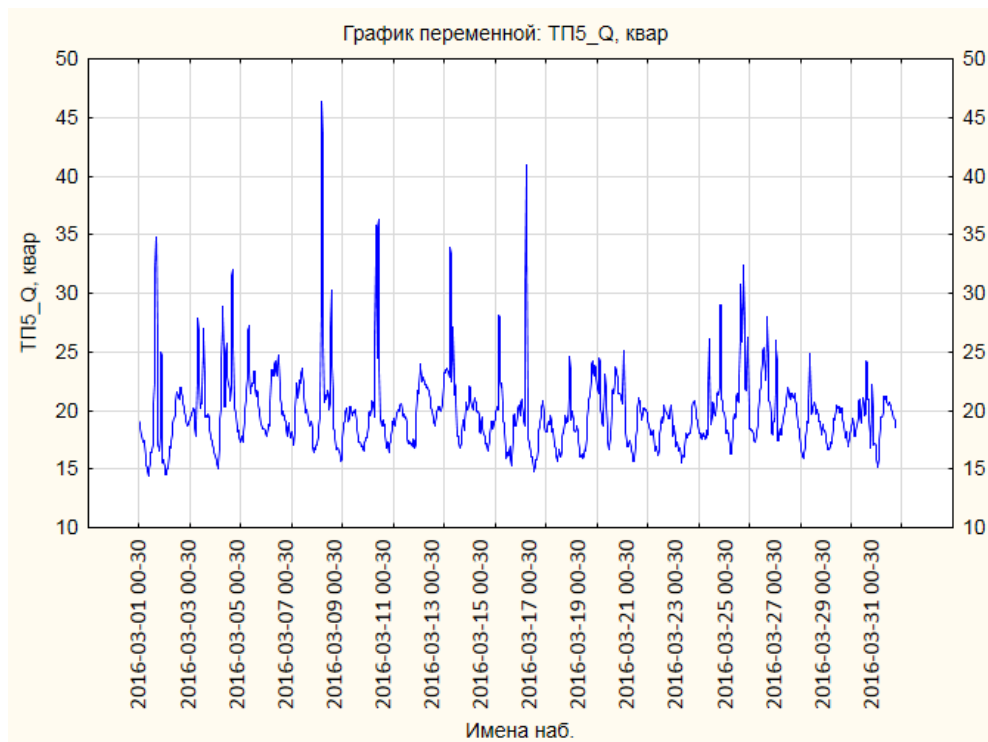


Рисунок 8.11 – Получасовой график реактивной нагрузки за март 2016 г. на
ТП5

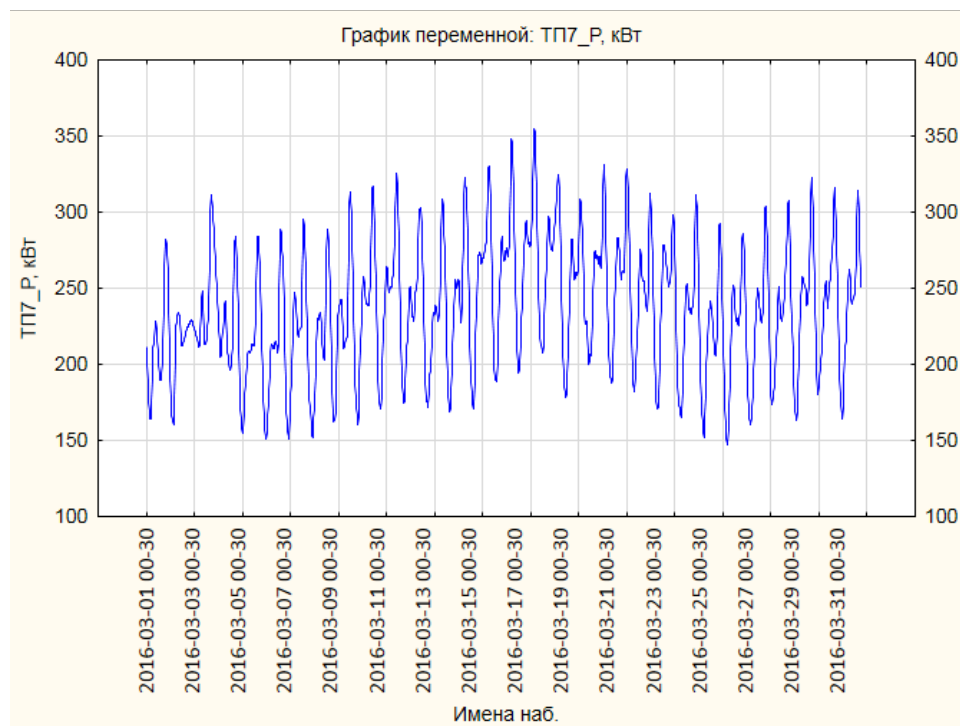


Рисунок 8.12 – Получасовой график активной нагрузки за март 2016 г. на
ТП7

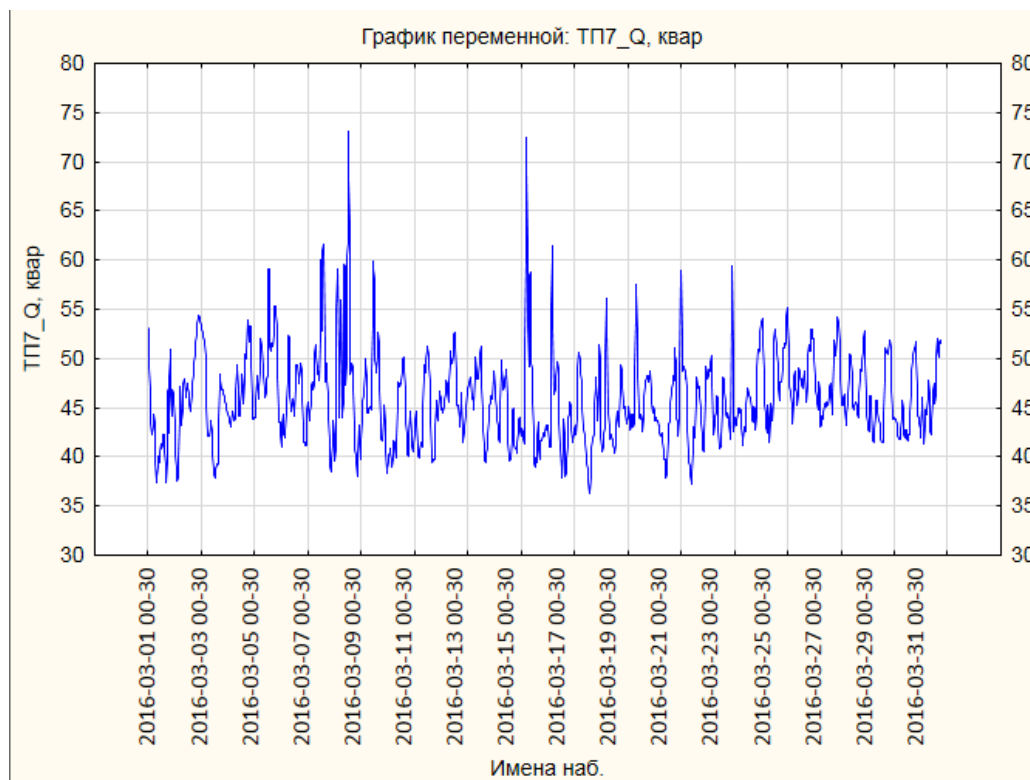


Рисунок 8.13 – Получасовой график реактивной нагрузки за март 2016 г. на
ТП7

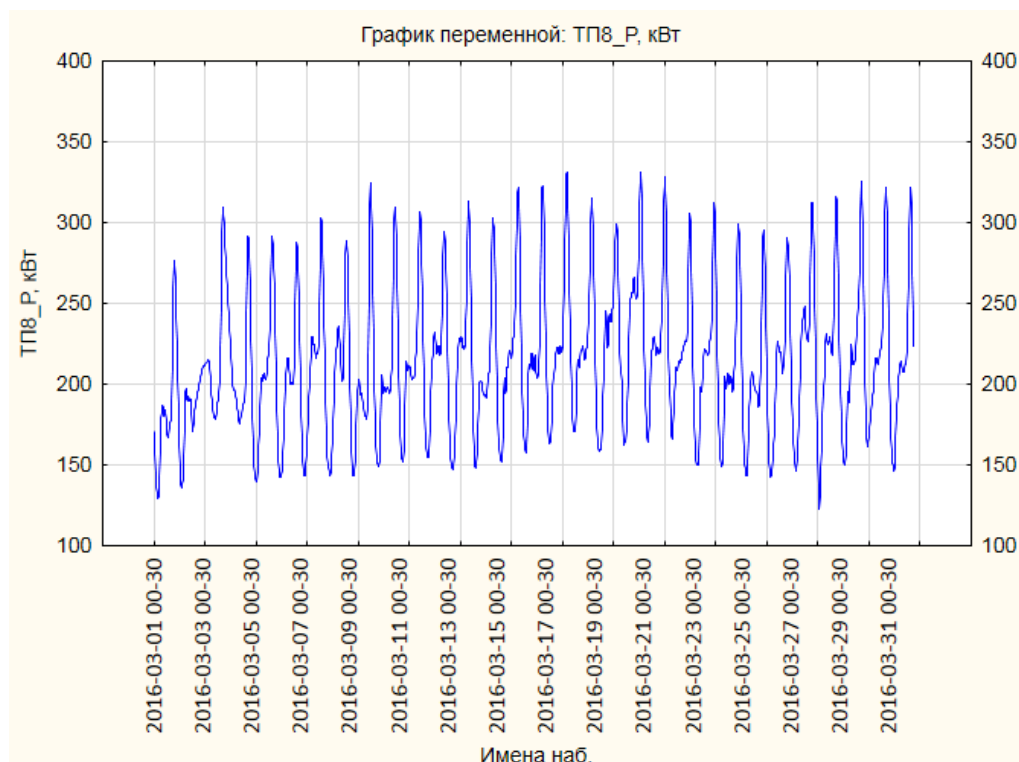


Рисунок 8.14 – Получасовой график активной нагрузки за март 2016 г. на
ТП8

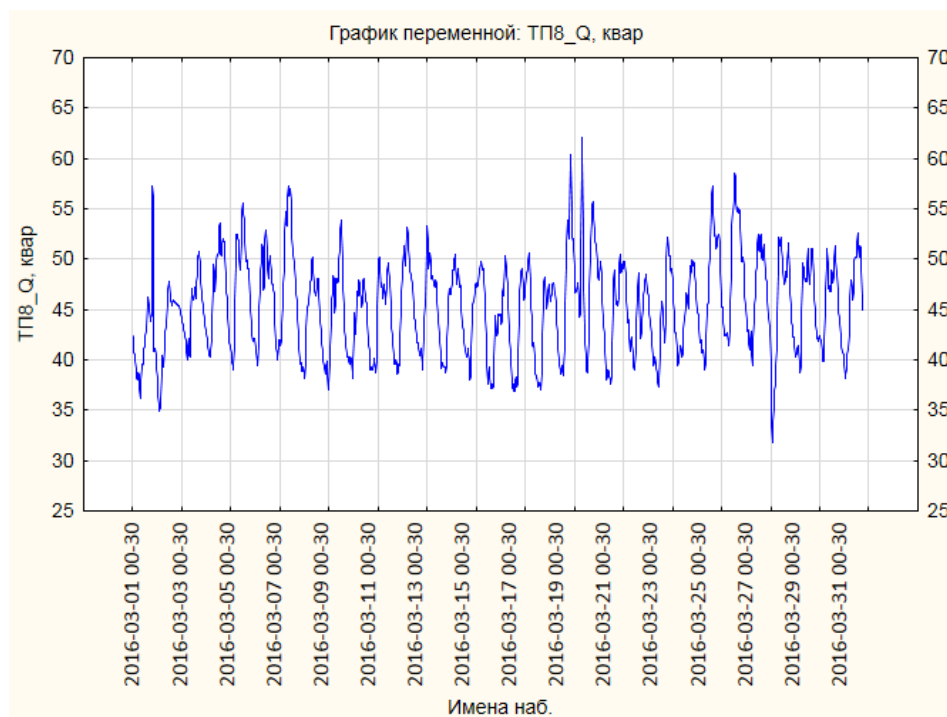


Рисунок 8.15 – Получасовой график реактивной нагрузки за март 2016 г. на ТП8

Программный инструментарий

В качестве программного инструментария предлагается использовать язык «R». «R» – это язык программирования и программная среда для статистического анализа, графического представления и отчетности. «R» был создан Россом Ихакой и Робертом Джентльменом в университете Окленда, Новая Зеландия, и в настоящее время разрабатывается основной группой разработчиков «R».

Ядром «R» является интерпретируемый компьютерный язык, который позволяет выполнять ветвления и циклы, а также модульное программирование с использованием функций. «R» обеспечивает эффективность интеграции с процедурами, написанными на языках «C», «C++», «.Net», «Python» или «FORTRAN».

«R» находится в свободном доступе под GNU General Public License, и предварительно скомпилированные двоичные версии предоставляются для различных операционных систем, таких как Linux, Windows и Mac.

Следует отметить, что «R» – самый широко используемый в мире язык программирования для статистики. Это # 1 выбор исследователей данных и поддерживается энергичным и талантливым сообществом участников. «R» преподается в университетах и используется в критически важных бизнес-приложениях.

«R» – интерпретируемый язык программирования, основным способом работы с которым является командный интерпретатор. Язык является регистрозависимым, в плане синтаксиса он похож, с одной стороны, на функциональные языки типа «Scheme», с другой – на типичные современные сценарные языки, с простым синтаксисом и небольшим набором основных конструкций. Язык объектный: любой программный объект в нём имеет набор атрибутов – именованный список значений, определяющих его.

Язык поддерживает минимальный набор примитивных типов данных: символьный (character), числовой (numeric), логический (logical) и комплексный (complex). Числовые переменные, помимо обычных чисел, могут принимать специальные значения NaN (Not a Number — «не число») и Inf (Infinity — «бесконечность»). Бесконечность (положительная или отрицательная) получается при выходе результата вычислений за пределы представимого реализацией диапазона, NaN — при операциях с неопределённым результатом. Помимо этих, имеется ещё одно очень важное специальное значение, NA (Not Available — «не доступно»). Оно может быть использовано для фиксации того факта, что соответствующее значение, участвующее в вычислениях, по какой-либо причине не было получено (достаточно обычная в статистических расчётах ситуация, когда из-за сбоев в сборе данных некоторые наблюдения остаются без результатов).

Значения примитивных типов могут объединяться в векторы (vector), списки (list), матрицы или массивы (matrix), в том числе многомерные; эти комбинированные типы хранят наборы данных одного и того же примитивного типа. Помимо этого язык содержит понятие факторов (factor)

– наборов категориальных или шкальных данных, принимающих строго определённый набор значений. Наконец, могут создаваться таблицы (data frame) – структуры данных, которые для каждой строки (индивида) хранят набор различных (и имеющих разные типы) параметров (признаков). Особенностью «R» является то, что операции с векторами и матрицами поддерживаются на уровне самого языка, как, например, в APL.

Существует операция извлечения и записи данных (аналог присваивания) «<-», а также обычные операции работы с данными, в том числе арифметические. Доступ по индексу к элементам векторов и массивов осуществляется с помощью квадратных скобок, доступ к атрибутам списков – посредством оператора «\$». Имеется минимальный набор обычных конструкций императивного программирования: условный оператор if, циклы while и for. Выражения на «R» можно описывать как отдельные объекты и вычислять по мере необходимости. На этом же механизме основано описание функций. Имеются встроенные в язык средства применения выражений и функций к векторам и массивам.

Функции «R» могут объединяться в пакеты – загружаемые модули, которые подключаются к любой программе и предоставляют объединённые в них вычислительные средства. Пакеты для R могут разрабатываться на других языках программирования, в том числе на «Си», что позволяет, с одной стороны, компенсировать ограниченность изобразительных средств самого языка «R», а с другой – при необходимости достигнуть высоких показателей вычислительной производительности.

Сам язык имеет довольно ограниченные и не слишком удобные средства описания данных, но это компенсируется наличием библиотечных средств, которые позволяют загружать в виде таблиц «R» наборы данных, представленных в большинстве открытых и многих проприетарных форматах. Так, в «R» могут быть легко загружены таблицы в простом

текстовом формате, таблицы Excel различных версий, данные в форматах CSV, XML и многих других.

В целом, как язык программирования, «R» довольно прост и даже примитивен. Его наиболее сильная сторона – возможность неограниченного расширения с помощью пакетов. В базовую поставку «R» включен основной набор пакетов, а всего по состоянию на 2021 год доступно более 15 тыс. пакетов. В «R» реализованы практически все актуальные средства универсальных статистических вычислений, такие как регрессионный анализ и анализ временных рядов, а также множество специфических алгоритмов для решения узкоспециализированных задач и исследований в отдельных областях.

Предмет исследования

В качестве предмета исследования является оперативный прогноз на 24 часа вперед графика нагрузки одного из параметров, согласно выданного преподавателем варианту. В качестве исходных данных выступает статистика наблюдения графика нагрузки за 1 месяц (март 2016 года), а также архив наблюдений погоды, взятый с официального сайта компании ООО «Расписание Погоды» (URL: <https://rp5.ru>) метеостанции WMO ID 34949 (Шпаковский аэропорт), находящейся в нескольких километрах от исследуемого фидера.

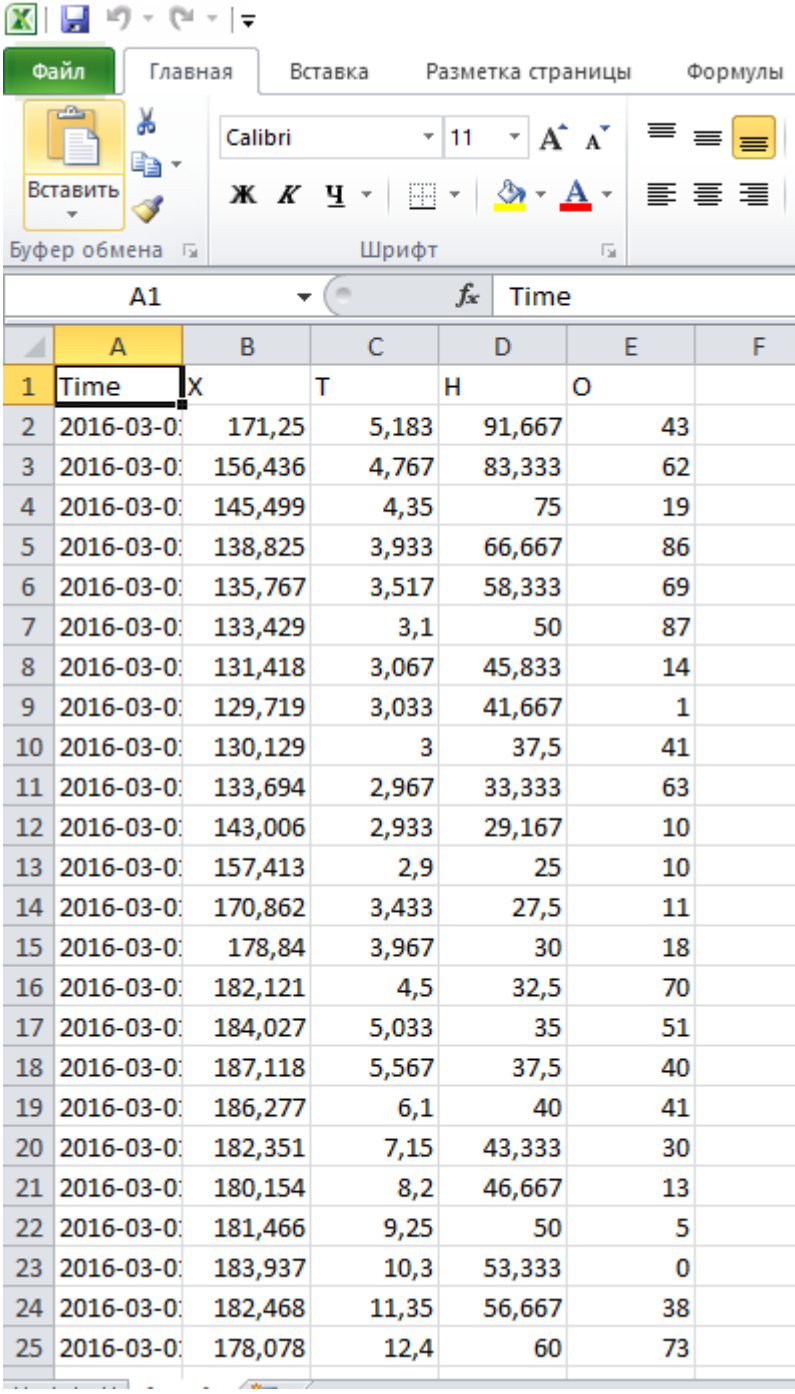
Ход работы

Ход работы включает в себя следующие этапы:

1. Подготовка входного файла.
2. Выполнение прогноза на контрольный период (последние сутки выборки) по различным моделям.
3. Расчет среднего-квадратического отклонения для каждого варианта расчета.

4. Выбор модели с наименьшим средним-квадратическим отклонением.

Входной файл необходимо подготовить в программе MS Excel. Пример входного файла приведен на рисунке 8.16.



The screenshot shows the MS Excel interface with the 'Главная' (Home) tab selected. The ribbon includes options for 'Вставить' (Insert), 'Разметка страницы' (Page Layout), and 'Формулы' (Formulas). The font settings are set to 'Calibri' size 11. The active cell is A1, which contains the text 'Time'. The formula bar shows 'Time'. The data table is as follows:

	A	B	C	D	E	F
1	Time	X	T	H	O	
2	2016-03-01	171,25	5,183	91,667	43	
3	2016-03-01	156,436	4,767	83,333	62	
4	2016-03-01	145,499	4,35	75	19	
5	2016-03-01	138,825	3,933	66,667	86	
6	2016-03-01	135,767	3,517	58,333	69	
7	2016-03-01	133,429	3,1	50	87	
8	2016-03-01	131,418	3,067	45,833	14	
9	2016-03-01	129,719	3,033	41,667	1	
10	2016-03-01	130,129	3	37,5	41	
11	2016-03-01	133,694	2,967	33,333	63	
12	2016-03-01	143,006	2,933	29,167	10	
13	2016-03-01	157,413	2,9	25	10	
14	2016-03-01	170,862	3,433	27,5	11	
15	2016-03-01	178,84	3,967	30	18	
16	2016-03-01	182,121	4,5	32,5	70	
17	2016-03-01	184,027	5,033	35	51	
18	2016-03-01	187,118	5,567	37,5	40	
19	2016-03-01	186,277	6,1	40	41	
20	2016-03-01	182,351	7,15	43,333	30	
21	2016-03-01	180,154	8,2	46,667	13	
22	2016-03-01	181,466	9,25	50	5	
23	2016-03-01	183,937	10,3	53,333	0	
24	2016-03-01	182,468	11,35	56,667	38	
25	2016-03-01	178,078	12,4	60	73	

Рисунок 8.16 – Пример входного файла

Столбцы должны иметь следующие метки:

Time – время измерения;

X – значение нагрузки, согласно варианту задания;

T – температура воздуха в соответствующие момент времени;

H – влажность воздуха в соответствующие момент времени;

O – облачность в соответствующий момент времени.

Столбец Time должен содержать получасовые метки в исследуемом временном интервале, а также получасовые метки на прогнозируемый период.

Значения X берутся из приложения А. Ячейки для прогнозируемого периода необходимо оставить пустыми.

Показатели погоды необходимо взять с официального сайта компании ООО «Расписание Погоды» (URL: <https://rp5.ru>). Если на указанный момент времени в архивах погоды отсутствует измерение, используйте среднее значение между двумя соседними измерениями. Облачность в архиве погоды представлена текстовым описанием, необходимо оставить только ее числовой эквивалент.

После заполнения файла его необходимо сохранить в формате «CSV (разделители - запятые)».

Для выполнения прогноза можно скачать программную среду «R» с официального сайта <https://www.r-project.org/> и установить на персональном компьютере, либо воспользоваться «он-лайн» версией языка «R», например, «Google Colaboratory». Для этого перейдите по ссылке «<https://colab.to/r>» (может понадобиться google-аккаунт).

В открывшемся окне введите следующий код:

```
install.packages("forecast")
library('forecast') #Подключаем библиотеку прогнозирования
DATA=read.csv2("input.csv") #Загружаем предварительно подготовленный файл входных данных
Time=as.character(DATA$Time) #Временные метки
X=as.numeric(DATA$X) #График нагрузок
T=as.numeric(DATA$T) #График температуры
H=as.numeric(DATA$H) #График влажности
O=as.numeric(DATA$O) #График облачности
#Проверяем различные модели на контрольной выборке
#Внешние факторы для обучения на контрольной выборке
V1=head(T,-96) #функция head - загрузка нескольких значений с начала массива
V2=head(H,-96) #в данном случае -96: все измерения кроме последних 96 (2 дня)
V3=head(O,-96)
V4=cbind(head(T,-96),head(H,-96)) #функция cbind объединяет две колонки в одну таблицу
V5=cbind(head(H,-96),head(O,-96))
V6=cbind(head(T,-96),head(O,-96))
V7=cbind(head(T,-96),head(H,-96),head(O,-96))
#Внешние факторы для прогноза на контрольной выборке
V1f=head(tail(T,96),48) #функция tail - загрузка нескольких значений с конца массива
V2f=head(tail(H,96),48) #в данном случае, загружаем с конца 96 измерений и из них берем только первые 48
V3f=head(tail(O,96),48)
V4f=cbind(head(tail(T,96),48),head(tail(H,96),48))
V5f=cbind(head(tail(H,96),48),head(tail(O,96),48))
V6f=cbind(head(tail(T,96),48),head(tail(O,96),48))
V7f=cbind(head(tail(T,96),48),head(tail(H,96),48),head(tail(O,96),48))
#функция ts преобразует массив во временной ряд
x=ts(head(X,-96),frequency=48) #Создаем временной ряд с сезонностью 48
#auto.arima перебирает все возможные значения параметров от 0 до max и выбирает наилучшую модель
fit0=auto.arima(x,d=1,D=1,max.d=1,max.D=1,max.p=2,max.q=2,max.P=2,max.Q=2)
fit1=auto.arima(x,d=1,D=1,max.d=1,max.D=1,max.p=2,max.q=2,max.P=2,max.Q=2,xreg=V1)
fit2=auto.arima(x,d=1,D=1,max.d=1,max.D=1,max.p=2,max.q=2,max.P=2,max.Q=2,xreg=V2)
fit3=auto.arima(x,d=1,D=1,max.d=1,max.D=1,max.p=2,max.q=2,max.P=2,max.Q=2,xreg=V3)
fit4=auto.arima(x,d=1,D=1,max.d=1,max.D=1,max.p=2,max.q=2,max.P=2,max.Q=2,xreg=V4)
fit5=auto.arima(x,d=1,D=1,max.d=1,max.D=1,max.p=2,max.q=2,max.P=2,max.Q=2,xreg=V5)
fit6=auto.arima(x,d=1,D=1,max.d=1,max.D=1,max.p=2,max.q=2,max.P=2,max.Q=2,xreg=V6)
fit7=auto.arima(x,d=1,D=1,max.d=1,max.D=1,max.p=2,max.q=2,max.P=2,max.Q=2,xreg=V7)
#выполняем прогноз
RES0=forecast(fit0,48)[4]
RES1=forecast(fit1,48,xreg=V1f)[4]
RES2=forecast(fit2,48,xreg=V2f)[4]
RES3=forecast(fit3,48,xreg=V3f)[4]
RES4=forecast(fit4,48,xreg=V4f)[4]
RES5=forecast(fit5,48,xreg=V5f)[4]
RES6=forecast(fit6,48,xreg=V6f)[4]
RES7=forecast(fit7,48,xreg=V7f)[4]

RES=data.frame(head(tail(Time,96),48),ts(head(tail(X,96),48)),RES0,RES1,RES2,RES3,RES4,RES5,RES6,RES7)
write.csv2(RES,"results.csv")
```

Краткие комментарии по коду:

Программа загружает данные из файла «input.csv», выбирает из него столбцы «Time», «X», «T», «H», «O». Формирует из них различное сочетание внешних факторов: без внешних факторов, только температура, только влажность, только облачность, температура и влажность, температура и облачность, влажность и облачность, температура, влажность, облачность. Поскольку на первом этапе мы используем последние сутки как контрольную выборку, необходимо использовать не все данные, а только их часть. Для

этого применяются функции head (загрузить заданное количество измерений с начала) и tail (загрузить заданное количество измерений с конца).

Далее выполняется прогнозирование для различных сочетаний внешних факторов. Функция auto.arima необходимо для выбора наилучших параметров P,D,Q,PS,DS,QS.

Для того, чтобы запустить выполнение кода, необходимо нажать на кнопку . Но перед этим необходимо загрузить на сервер файл с входными данными. Для этого нажмите на иконку  в левой части экрана, в открывшемся дереве файлов нажмите на кнопку , выберите ранее созданный файл «input.csv». Будет выведено сообщение: «Предупреждение. Загруженные файлы будут удалены при перезапуске этой среды выполнения», которое говорит о том, что файлы не будут сохранены, если мы закроем окно. После загрузки файл «input.csv» отобразится в дереве файлов проекта. После этого можно запускать выполнение программы, нажав на кнопку . Подождав несколько минут, пока будут установлены все необходимые библиотеки и выполнен код программы, в дереве файлов проекта необходимо нажать на кнопку «» (обновить). В нем должен появиться файл «results.csv». Его можно скачать через контекстное меню и открыть на своем компьютере через программу MS Excel. Файл будет иметь вид, приведенный на рисунке 8.17. В первом столбце располагается порядковый номер расчета, далее временная метка, далее значение прогнозируемого параметра из контрольной выборки и затем 8 столбцов с результатами прогнозирования с учетом различных внешних факторов. Необходимо построить сравнительные графики между значением параметра из контрольной выборки и его прогнозными значениями, вычисленными 8-ю способами (с различным сочетанием внешних факторов). Пример такого графика приведен на рисунке 8.18.

results.csv - Microsoft Excel

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид

Calibri 11

Вставить

Буфер обмена

Шрифт

Выравнивание

Общий

Число

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		head.tail.	ts.head.ta	mean	mean.1	mean.2	mean.3	mean.4	mean.5	mean.6	mean.7	
2	1	2016-03-31	201.546	201.57090	201.40490	202.00408	202.00569	201.40621	202.00520	202.00183	202.00190	8646023
3	2	2016-03-31	186.752	186.22496	185.36254	187.33983	187.33954	185.36319	187.34065	187.34274	187.34329	5632963
4	3	2016-03-31	175.471	174.92552	172.86910	176.71124	176.71074	172.87038	176.71293	176.71881	176.71967	0152135
5	4	2016-03-31	165.857	167.18406	163.74792	169.54589	169.54642	163.74995	169.54809	169.55913	169.55865	7289437
6	5	2016-03-31	159.184	160.55649	157.97372	165.44775	165.44975	157.97743	165.45124	165.46775	165.46630	3299053
7	6	2016-03-31	154.993	155.12378	154.79714	163.52116	163.51913	154.80314	163.52296	163.54250	163.54260	1982641
8	7	2016-03-31	151.182	152.05623	153.91529	163.45302	163.44893	153.92422	163.45564	163.47860	163.48081	966064
9	8	2016-03-31	149.678	151.99324	154.51225	164.54380	164.53383	154.52045	164.54497	164.58406	164.58766	7979942
10	9	2016-03-31	147.422	155.54655	156.08649	166.43634	166.42523	156.09271	166.43823	166.49684	166.49913	1506599
11	10	2016-03-31	146.568	159.96800	158.35023	168.91990	168.90705	158.35380	168.92161	168.99933	169.00002	3088209
12	11	2016-03-31	148.527	164.98896	161.51655	172.27869	172.26592	161.51648	172.28048	172.37886	172.37633	0683605
13	12	2016-03-31	155.465	171.42619	166.68839	177.69058	177.68201	166.68259	177.69270	177.81635	177.80642	4989196
14	13	2016-03-31	167.576	180.17828	174.09746	185.40503	185.40249	174.08390	185.40593	185.55801	185.53707	9346487
15	14	2016-03-31	178.805	188.90683	181.94914	193.54199	193.54816	181.93153	193.54349	193.71012	193.67966	4567794
16	15	2016-03-31	184.802	195.51391	186.77282	198.50729	198.51604	186.75400	198.50943	198.68395	198.65051	8524693
17	16	2016-03-31	188.09	197.04585	186.97210	198.74172	198.74888	186.95405	198.74455	198.92221	198.89033	2275709
18	17	2016-03-31	192.752	196.73222	185.84192	197.56692	197.56641	185.82599	197.56841	197.74450	197.71841	4009581
19	18	2016-03-31	199.066	200.30520	188.44432	200.13515	200.13109	188.42972	200.13711	200.31454	200.29181	4009879
20	19	2016-03-31	204.943	208.18047	195.86117	207.64172	207.63939	195.84455	207.64307	207.82864	207.80248	7912178
21	20	2016-03-31	207.976	218.12976	204.95469	216.87018	216.87551	204.93540	216.87301	217.06567	217.03304	0084582
22	21	2016-03-31	210.611	224.19289	211.65733	223.72270	223.73375	211.63474	223.72503	223.92478	223.88551	3608639
23	22	2016-03-31	212.125	224.75215	212.80659	224.87965	224.84186	212.78787	224.82144	225.12214	225.08200	7739898

Рисунок 8.17 – Результаты прогнозирования

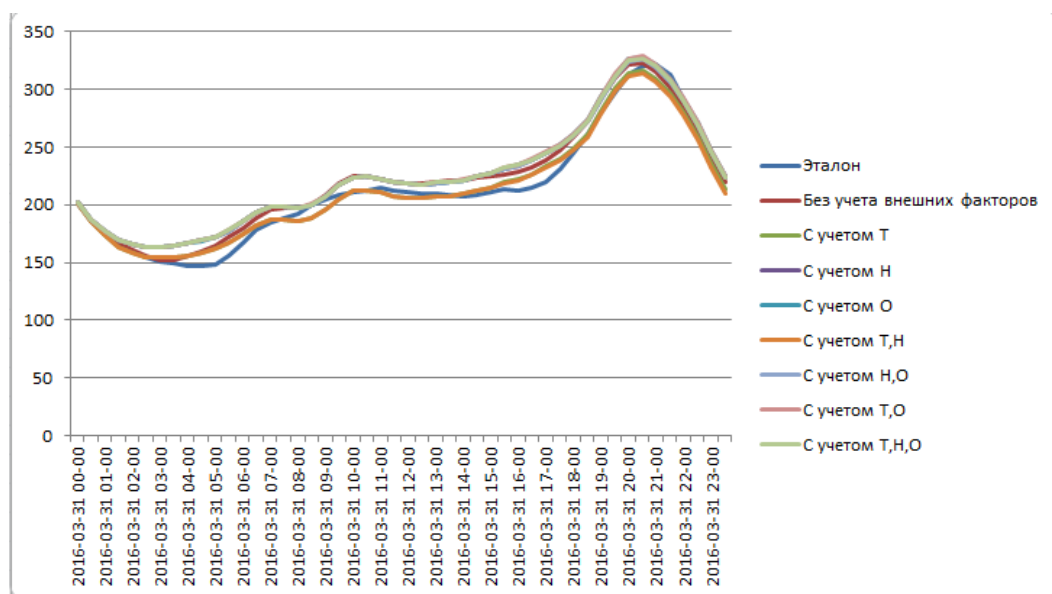


Рисунок 8.18 – Сравнительные графики между значением параметра из контрольной выборки и его прогнозными значениями

Также необходимо выполнить сравнительный анализ результатов расчета, заполнив таблицу 8.2.

Таблица 8.2 – Сравнительный анализ результатов расчетов

№ п/п	Время	X	RES0	RES1	RES2	RES3	RES4	RES5	RES6	RES7
1										
2										
3										
4										
5										
...										
...										
48										
Минимальное отклонение										
Максимальное отклонение										
Среднее отклонение										
Среднее квадратическое отклонение										

Последние 4 строчки таблицы вычисляются по следующим выражениям:

$$D_MIN^j = \min(|X_i - RES_i^j|); i \in 1, \dots, 48; j \in 0, \dots, 7 \quad (8.11)$$

$$D_MAX^j = \max(|X_i - RES_i^j|); i \in 1, \dots, 48; j \in 0, \dots, 7 \quad (8.12)$$

$$SO^j = \sum_{i=1}^{48} \frac{|X_i - RES_i^j|}{48}; i \in 1, \dots, 48; j \in 0, \dots, 7 \quad (8.13)$$

$$SKO^j = \sqrt{\sum_{i=1}^{48} \frac{(X_i - RES_i^j)^2}{48}}; i \in 1, \dots, 48; j \in 0, \dots, 7 \quad (8.14)$$

После заполнения таблицы необходимо выбрать модель с наименьшим СКО, сделать выводы о том, какая модель получилась наиболее точной и возможные причины, почему именно она, и выполнить прогноз для этой модели уже не на период контрольной выборки, а на прогнозируемый период. Для этого необходимо немного подкорректировать код программы, изменив выборку данных.

Далее необходимо построить график прогнозируемой величины. Спрогнозированные значения приводятся в табличном и графическом виде. Для оценки адекватности прогноза, на одном рисунке необходимо представить не только прогноз на 24 часа вперед, но и график исследуемой величины за предыдущие 3 дня.

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками: процессор Intel Pentium с тактовой частотой не менее 1 ГГц, оперативная память – не менее 4 Гб, свободное дисковое пространство – не менее 2 Гбайт, монитор типа SVGA с диагональю не менее 15". Программное обеспечение – операционная система WINDOWS 7 и выше / Linux.

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров: самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

Защита работы

Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает индивидуальное задание. Защита лабораторной работы происходит только

после его выполнения (индивидуального задания). При защите лабораторной работы студент отвечает на контрольные вопросы, приведенные в конце, и поясняет выполненное индивидуальное задание. Ход защиты лабораторной работы контролируется преподавателем.

Задание

В таблице 8.3 приведены возможные варианты заданий

Таблица 8.3 – Варианты заданий

Вариант	Параметр	Исследуемый период	Прогнозируемый период	Варианты для сравнения
1	ТП2_P	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	1. Прогноз без учета внешних факторов 2. Прогноз с учетом температуры воздуха. 3. Прогноз с учетом влажности воздуха. 4. Прогноз с учетом облачности. 5. Прогноз с учетом температуры воздуха и влажности воздуха. 6. Прогноз с учетом влажности воздуха и облачности. 7. Прогноз с учетом температуры воздуха и облачности. 8. Прогноз с учетом температуры воздуха, влажности воздуха и облачности
2	ТП2_Q	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	
3	ТП3_P	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	
4	ТП3_Q	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	
5	ТП5_P	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	
6	ТП5_Q	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	
7	ТП7_P	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	
8	ТП7_Q	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	
9	ТП8_P	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	
10	ТП8_Q	01.03.2016–20.03.2016	21.03.2016	

9 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9

Тема: Прогнозирование нагрузок с помощью модели ARIMAX

Цель работы: Получить практические навыки применения современных цифровых инструментов прогнозирования нагрузок, позволяющих повысить эффективность диспетчерского управления

Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы необходим персональный компьютер со следующими характеристиками: процессор Intel Pentium с тактовой частотой не менее 1 ГГц, оперативная память – не менее 1 Гб, свободное дисковое пространство – не менее 2 Убайт, монитор типа SVGA с диагональю не менее 15". Программное обеспечение – операционная система WINDOWS 7 и выше / Linux.

Указания по технике безопасности

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы совпадает с общепринятой для пользователей персональных компьютеров: самостоятельно не производить ремонт персонального компьютера, установку и удаление программного обеспечения; в случае неисправности персонального компьютера сообщить об этом обслуживающему персоналу лаборатории (оператору, администратору); соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием; не касаться электрических розеток металлическими предметами; рабочее место пользователя персонального компьютера должно содержаться в чистоте; не разрешается возле персонального компьютера принимать пищу, напитки.

Защита работы

Перед выполнением лабораторной работы каждый студент получает индивидуальное задание. Защита лабораторной работы происходит только

после его выполнения (индивидуального задания). При защите лабораторной работы студент отвечает на контрольные вопросы, приведенные в конце, и поясняет выполненное индивидуальное задание. Ход защиты лабораторной работы контролируется преподавателем.

Задание

1. Доработайте код программы на языке «R» таким образом, чтобы прогнозирование выполнялось не на период контрольной выборки, а на прогнозируемый период.

2. Выполните прогноз нагрузки по наиболее оптимальной модели, выбранной по результатам выполнения предыдущей работы.

3. Построить график прогнозируемой величины. Спрогнозированные значения приводятся в табличном и графическом виде. Для оценки адекватности прогноза, на одном рисунке необходимо представить не только прогноз на 24 часа вперед, но и график исследуемой величины за предыдущие 3 дня.

Контрольные вопросы

1. Что необходимо доработать в алгоритме программы на языке «R» для выполнения задания?

2. В чем отличие моделей ARIMA и ARIMAX?

3. Как влияет количество учитываемых внешних факторов на точность прогноза?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобелев, А.В. Режимы работы электроэнергетических систем / А.В. Кобелев / С.В. Кочергин / Е.А. Печагин : учебное пособие Электронный ресурс : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ ; Тамбов, 2015. – 80 с. – Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

2. Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник / Русина А. Г. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 400 с. – Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

3. Филиппова, Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: учебник / Т.А. Филиппова, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - 2-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2016. - 359 с.: схем., ил. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438316>

3. Идельчик, В. И. Расчеты установившихся режимов электрических сетей энергосистем на ЭВМ : учеб. пособие / В. И. Идельчик. – Новочеркасск : [Новочерк. политех. ин-т], 1982. – 88 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 88

4. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов н/Д : Феникс ; Красноярск : Издательские проекты, 2006. – 720 с. : ил. – (Высшее образование). – Библиогр.: с. 667-671. – ISBN 5-222-08485-X (Феникс). – ISBN 5-98399-023-3 (Издательские проекты)

5. Лыкин, А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов: Учебное пособие / Лыкин А. В. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 227 с. – Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. – ISBN 978-5-7782-2262-5

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Исследуемые графики нагрузок)

Таблица А.1 – Получасовые графики нагрузок для исследования эффективности различных методов прогнозирования

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-01 00-30	171.250	42.384	211.383	53.187	65.596	19.062	88.735	22.691	140.557	31.157
2016-03-01 01-00	156.436	41.449	198.716	50.716	60.084	18.708	79.542	22.184	129.999	29.854
2016-03-01 01-30	145.499	40.754	189.499	49.084	55.240	18.484	73.322	22.034	121.534	28.998
2016-03-01 02-00	138.825	40.534	180.152	47.027	51.916	17.980	70.043	22.018	116.767	28.795
2016-03-01 02-30	135.767	40.631	174.586	45.032	51.097	17.945	68.217	21.519	113.557	28.698
2016-03-01 03-00	133.429	39.897	169.730	43.317	52.361	17.788	66.346	20.919	111.905	28.499
2016-03-01 03-30	131.418	39.141	166.444	42.269	54.043	17.386	65.487	20.548	110.295	27.964
2016-03-01 04-00	129.719	38.138	164.517	42.424	54.210	17.315	65.377	20.748	109.502	27.296
2016-03-01 04-30	130.129	38.091	164.343	42.999	56.049	17.375	67.416	21.341	110.987	26.781
2016-03-01 05-00	133.694	38.148	167.643	43.485	56.480	17.303	70.337	22.132	112.655	26.735
2016-03-01 05-30	143.006	38.787	176.456	44.280	60.918	17.031	73.294	22.013	118.042	27.982
2016-03-01 06-00	157.413	38.618	189.555	43.548	63.916	16.151	79.084	21.459	126.297	27.427
2016-03-01 06-30	170.862	38.105	202.342	41.862	68.264	15.498	86.549	20.455	132.627	26.030
2016-03-01 07-00	178.840	37.006	211.603	39.270	71.623	15.276	92.581	20.087	135.853	23.539
2016-03-01 07-30	182.121	36.138	213.562	37.515	74.213	15.227	97.323	20.210	132.905	22.105
2016-03-01 08-00	184.027	36.594	215.198	37.442	73.033	15.026	97.416	20.584	128.845	22.289
2016-03-01 08-30	187.118	38.082	217.960	38.091	69.402	14.751	95.845	20.800	127.536	23.440
2016-03-01 09-00	186.277	39.206	224.483	39.037	64.337	14.380	93.870	20.705	128.053	27.646
2016-03-01 09-30	182.351	39.547	228.769	40.130	61.318	14.769	92.547	20.605	131.193	32.742
2016-03-01 10-00	180.154	39.496	228.471	39.633	60.564	15.015	92.327	20.270	133.748	36.632
2016-03-01 10-30	181.466	39.578	224.031	39.531	61.291	15.457	90.757	19.804	134.982	37.817
2016-03-01 11-00	183.937	40.827	218.897	39.430	61.946	16.184	87.805	19.465	134.913	37.101
2016-03-01 11-30	182.468	41.082	215.027	40.469	62.894	16.391	84.183	19.341	132.847	36.852
2016-03-01 12-00	178.078	41.315	209.594	41.409	62.449	16.433	81.245	19.325	130.017	36.940
2016-03-01 12-30	173.194	41.860	203.532	41.262	61.795	16.420	77.466	19.326	126.357	37.176
2016-03-01 13-00	169.366	42.408	198.828	40.935	61.622	16.642	75.795	19.501	123.750	43.265
2016-03-01 13-30	167.287	42.777	194.059	41.192	61.040	17.110	74.539	19.708	122.205	47.892
2016-03-01 14-00	166.611	43.169	193.038	41.921	60.556	17.520	74.839	19.776	122.003	48.936
2016-03-01 14-30	168.790	43.470	189.942	42.338	59.435	20.638	74.983	20.029	123.216	49.292
2016-03-01 15-00	172.884	45.353	190.129	42.237	58.069	22.317	76.926	19.931	124.794	45.340
2016-03-01 15-30	174.159	46.016	191.572	41.404	57.325	23.538	81.365	20.271	126.798	44.797
2016-03-01 16-00	176.608	46.262	194.764	40.449	55.883	32.251	85.099	20.361	128.350	42.562
2016-03-01 16-30	177.811	45.531	199.636	39.221	56.622	34.747	86.569	20.467	131.311	38.787
2016-03-01 17-00	181.346	44.882	206.211	37.344	59.980	34.838	85.220	19.899	135.270	37.843
2016-03-01 17-30	190.376	44.161	217.091	39.440	66.346	26.909	87.081	19.363	141.189	36.747
2016-03-01 18-00	209.029	43.831	232.950	45.200	75.837	17.756	94.334	18.478	152.799	36.305
2016-03-01 18-30	235.207	44.265	250.024	46.694	86.054	17.010	105.642	18.172	166.307	36.385
2016-03-01 19-00	260.561	44.426	266.396	47.045	97.036	16.824	119.747	18.640	180.170	36.841
2016-03-01 19-30	273.946	53.062	277.895	42.463	103.095	16.692	130.491	19.776	190.646	37.228
2016-03-01 20-00	276.167	57.220	282.494	48.272	105.116	16.559	137.183	21.123	197.602	37.298
2016-03-01 20-30	273.618	56.320	282.189	50.169	102.988	17.626	138.928	23.099	200.923	36.408
2016-03-01 21-00	266.287	50.257	279.117	50.874	99.081	24.051	137.033	30.734	198.927	33.713
2016-03-01 21-30	253.721	40.828	276.198	46.238	96.871	24.965	133.204	31.138	192.263	31.098
2016-03-01 22-00	240.276	40.919	271.714	44.183	93.790	24.686	128.491	30.484	182.863	28.933

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-01 22-30	226.175	40.917	262.867	45.576	90.536	19.001	121.351	23.446	173.670	28.239
2016-03-01 23-00	215.352	41.203	249.611	46.801	84.682	15.605	111.072	19.303	163.055	27.969
2016-03-01 23-30	202.240	40.639	232.704	46.588	77.733	15.677	100.419	19.427	152.475	27.279
2016-03-02 00-00	187.925	39.935	217.203	46.317	69.818	15.749	91.084	19.674	142.275	26.687
2016-03-02 00-30	173.616	39.084	203.020	45.362	62.961	15.590	83.905	19.740	132.057	25.753
2016-03-02 01-00	161.130	38.372	189.855	43.754	58.440	15.296	79.610	19.875	122.594	24.969
2016-03-02 01-30	150.108	37.330	179.270	42.076	55.060	14.982	75.397	19.304	114.577	24.049
2016-03-02 02-00	141.995	36.314	170.885	40.030	53.655	14.592	72.655	18.858	108.685	23.381
2016-03-02 02-30	138.153	35.583	166.131	38.957	52.557	14.517	70.780	18.638	104.974	23.400
2016-03-02 03-00	136.053	34.956	163.928	38.174	52.223	14.746	67.991	18.556	102.189	23.475
2016-03-02 03-30	136.426	35.019	163.151	37.632	51.098	14.931	66.500	18.785	100.717	23.694
2016-03-02 04-00	138.619	35.173	161.953	37.876	50.935	15.228	66.588	19.131	99.763	23.351
2016-03-02 04-30	140.465	35.299	160.125	37.921	49.632	15.048	67.631	18.991	99.785	23.166
2016-03-02 05-00	145.397	36.265	164.435	40.071	53.235	15.316	68.932	19.342	103.384	24.665
2016-03-02 05-30	156.482	38.455	179.546	43.731	56.186	16.143	72.345	20.315	112.398	27.736
2016-03-02 06-00	170.974	39.845	201.071	46.149	61.356	16.580	79.031	21.054	123.863	29.095
2016-03-02 06-30	185.743	40.472	218.445	47.097	66.974	16.904	88.744	22.023	134.767	28.841
2016-03-02 07-00	195.695	39.706	225.179	44.651	70.357	16.751	96.357	21.412	139.849	26.812
2016-03-02 07-30	196.932	39.339	227.183	43.294	72.081	16.981	100.770	21.101	141.156	25.371
2016-03-02 08-00	194.127	39.647	230.173	43.613	70.140	17.374	100.457	20.953	140.196	25.324
2016-03-02 08-30	190.740	41.030	232.594	44.581	66.076	17.951	98.535	21.454	138.130	27.547
2016-03-02 09-00	189.968	42.106	233.726	46.338	64.797	18.532	96.493	21.941	140.124	33.533
2016-03-02 09-30	191.985	42.776	233.478	47.507	62.559	18.935	93.581	21.942	141.674	40.046
2016-03-02 10-00	192.173	43.213	232.648	48.010	60.660	19.274	92.496	21.660	144.841	45.635
2016-03-02 10-30	190.769	43.970	232.468	47.802	60.491	19.258	91.114	21.239	143.144	46.822
2016-03-02 11-00	189.898	45.435	230.413	46.475	60.981	19.536	90.134	21.325	140.674	47.122
2016-03-02 11-30	190.216	46.515	226.033	46.119	63.145	20.142	89.479	21.688	137.179	47.096
2016-03-02 12-00	190.493	47.067	219.860	46.720	64.958	20.885	89.516	22.398	133.250	46.955
2016-03-02 12-30	187.115	47.590	214.418	47.187	64.428	21.532	89.702	23.411	132.127	48.283
2016-03-02 13-00	181.579	47.745	212.201	47.543	64.036	21.495	89.944	24.100	132.327	48.824
2016-03-02 13-30	174.460	47.447	212.339	46.977	62.527	21.516	90.047	24.537	133.118	48.882
2016-03-02 14-00	170.328	46.584	214.282	46.518	62.725	21.380	89.635	24.190	132.827	47.604
2016-03-02 14-30	172.377	46.398	214.259	46.097	62.894	21.140	89.191	23.808	128.907	45.515
2016-03-02 15-00	175.981	45.790	214.969	45.291	64.482	21.031	90.715	25.499	126.942	44.081
2016-03-02 15-30	180.921	45.693	215.048	44.578	66.156	21.004	93.228	28.980	126.393	44.219
2016-03-02 16-00	183.854	45.386	217.269	44.672	66.347	21.608	98.442	29.809	126.407	44.284
2016-03-02 16-30	185.946	45.645	219.023	45.265	67.290	22.002	101.875	29.745	127.284	44.818
2016-03-02 17-00	188.292	45.920	221.463	46.247	66.374	21.999	103.496	26.272	127.482	44.050
2016-03-02 17-30	189.985	45.885	222.245	46.935	66.737	21.727	102.955	25.479	129.353	42.947
2016-03-02 18-00	191.670	45.841	222.894	47.606	67.358	21.454	102.184	25.270	131.379	41.832
2016-03-02 18-30	193.356	45.796	223.543	48.277	67.979	21.180	101.414	25.062	133.406	40.717
2016-03-02 19-00	195.041	45.751	224.193	48.948	68.600	20.907	100.644	24.853	135.432	39.602
2016-03-02 19-30	196.727	45.706	224.842	49.620	69.221	20.634	99.873	24.644	137.459	38.487
2016-03-02 20-00	198.412	45.661	225.492	50.291	69.842	20.361	99.103	24.435	139.485	37.371
2016-03-02 20-30	200.097	45.617	226.141	50.962	70.463	20.088	98.333	24.226	141.512	36.256
2016-03-02 21-00	201.783	45.572	226.790	51.633	71.084	19.814	97.562	24.018	143.538	35.141
2016-03-02 21-30	203.468	45.527	227.440	52.305	71.705	19.541	96.792	23.809	145.565	34.026
2016-03-02 22-00	205.154	45.482	228.089	52.976	72.326	19.268	96.021	23.600	147.591	32.911
2016-03-02 22-30	206.814	45.433	228.702	53.628	72.916	19.003	95.270	23.392	149.566	31.815
2016-03-02 23-00	208.249	45.346	228.993	54.109	73.224	18.811	94.684	23.187	151.081	30.885
2016-03-02 23-30	209.323	45.199	228.764	54.314	73.079	18.736	94.367	22.989	151.856	30.226
2016-03-03 00-00	210.034	44.990	228.016	54.243	72.480	18.779	94.318	22.797	151.890	29.836
2016-03-03 00-30	210.521	44.744	226.946	54.001	71.601	18.894	94.434	22.609	151.465	29.613
2016-03-03 01-00	210.982	44.494	225.839	53.739	70.690	19.018	94.570	22.421	150.988	29.410
2016-03-03 01-30	211.444	44.244	224.732	53.478	69.779	19.142	94.705	22.233	150.511	29.206
2016-03-03 02-00	211.905	43.993	223.626	53.216	68.868	19.266	94.841	22.045	150.034	29.002

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-03 02-30	212.367	43.743	222.519	52.955	67.956	19.389	94.976	21.857	149.557	28.799
2016-03-03 03-00	212.828	43.493	221.412	52.694	67.045	19.513	95.112	21.670	149.080	28.595
2016-03-03 03-30	213.290	43.243	220.306	52.432	66.134	19.637	95.247	21.482	148.604	28.391
2016-03-03 04-00	213.751	42.992	219.199	52.171	65.223	19.760	95.383	21.294	148.127	28.187
2016-03-03 04-30	214.213	42.742	218.092	51.909	64.312	19.884	95.518	21.106	147.650	27.984
2016-03-03 05-00	214.674	42.492	216.986	51.648	63.401	20.008	95.654	20.919	147.173	27.780
2016-03-03 05-30	215.136	42.241	215.879	51.387	62.489	20.132	95.789	20.731	146.696	27.576
2016-03-03 06-00	213.855	41.983	214.430	50.305	63.974	20.044	96.988	20.667	145.773	27.221
2016-03-03 06-30	211.914	41.602	212.933	47.702	69.165	19.455	101.579	20.795	143.675	26.683
2016-03-03 07-00	209.290	40.764	211.145	44.973	72.543	18.476	105.218	21.239	141.242	26.463
2016-03-03 07-30	204.429	39.981	212.520	42.456	75.765	17.821	106.081	21.928	139.173	26.788
2016-03-03 08-00	200.023	40.218	217.854	42.197	74.395	17.748	103.644	22.537	139.157	28.239
2016-03-03 08-30	193.869	41.390	223.979	42.191	73.997	19.073	98.749	22.850	139.415	31.055
2016-03-03 09-00	190.512	42.111	231.792	42.269	73.490	22.505	95.448	22.365	139.699	35.350
2016-03-03 09-30	187.617	41.788	237.250	42.094	73.323	25.111	94.578	21.920	138.976	39.369
2016-03-03 10-00	183.828	40.445	244.012	42.172	71.831	27.830	92.981	21.166	136.977	42.018
2016-03-03 10-30	180.785	40.303	247.974	42.965	71.111	26.891	92.720	21.139	136.526	42.874
2016-03-03 11-00	179.260	42.235	245.148	43.727	68.189	24.410	92.935	21.508	136.528	43.090
2016-03-03 11-30	179.693	44.751	235.667	43.365	67.876	22.054	94.220	22.236	138.324	43.120
2016-03-03 12-00	179.903	46.561	224.153	42.677	68.892	20.232	96.271	22.938	141.103	43.978
2016-03-03 12-30	178.480	47.124	214.876	41.141	68.486	20.317	96.770	23.243	142.507	44.676
2016-03-03 13-00	179.467	46.558	212.930	40.025	68.125	20.591	95.318	23.088	142.264	45.397
2016-03-03 13-30	182.040	46.049	212.999	38.871	64.876	20.613	93.896	24.475	140.412	45.158
2016-03-03 14-00	186.318	45.957	214.094	38.147	64.256	22.070	93.017	33.956	138.095	44.113
2016-03-03 14-30	188.516	46.485	214.223	37.940	68.975	24.883	93.822	35.649	138.698	43.435
2016-03-03 15-00	189.778	47.246	216.262	38.518	72.472	27.036	96.316	36.088	140.986	43.204
2016-03-03 15-30	191.611	46.584	219.732	38.771	75.514	26.046	101.219	28.572	143.673	43.566
2016-03-03 16-00	195.516	46.879	225.320	39.199	76.158	23.225	103.594	24.300	148.623	43.365
2016-03-03 16-30	200.971	46.064	229.446	39.310	73.294	20.126	107.634	24.494	154.115	42.262
2016-03-03 17-00	210.457	47.749	235.241	39.160	77.543	19.417	113.440	24.257	162.408	40.961
2016-03-03 17-30	224.125	48.301	244.968	39.318	82.876	19.430	121.692	24.058	171.929	40.318
2016-03-03 18-00	246.382	49.452	262.772	40.945	92.657	19.606	132.256	24.024	183.846	41.313
2016-03-03 18-30	273.250	50.392	283.447	44.076	102.146	19.544	142.974	24.358	198.761	42.748
2016-03-03 19-00	295.110	50.498	301.499	47.141	108.944	19.534	150.107	24.174	212.328	43.701
2016-03-03 19-30	306.464	50.711	310.752	48.357	114.403	19.480	152.562	23.837	221.144	43.719
2016-03-03 20-00	309.039	50.393	311.350	47.822	117.997	19.744	150.897	23.772	225.104	43.449
2016-03-03 20-30	304.578	49.777	308.336	46.953	116.458	19.503	147.920	24.384	225.040	42.748
2016-03-03 21-00	299.992	48.881	303.726	46.844	112.032	19.044	147.718	25.308	224.088	41.735
2016-03-03 21-30	292.124	47.599	299.599	46.815	105.409	18.313	146.562	25.803	220.929	40.521
2016-03-03 22-00	284.526	46.858	294.787	46.891	100.566	17.954	144.088	25.858	216.440	39.337
2016-03-03 22-30	278.661	46.429	289.309	46.660	97.503	17.799	140.597	25.656	210.901	38.500
2016-03-03 23-00	272.932	45.996	283.183	46.395	94.562	17.598	136.983	25.458	205.060	37.748
2016-03-03 23-30	267.203	45.563	277.057	46.131	91.620	17.397	133.369	25.259	199.219	36.997
2016-03-04 00-00	261.473	45.130	270.930	45.866	88.679	17.196	129.755	25.061	193.377	36.246
2016-03-04 00-30	255.744	44.697	264.804	45.601	85.738	16.994	126.141	24.862	187.536	35.495
2016-03-04 01-00	250.015	44.263	258.678	45.336	82.797	16.793	122.527	24.664	181.695	34.744
2016-03-04 01-30	244.286	43.830	252.551	45.072	79.855	16.592	118.913	24.466	175.853	33.993
2016-03-04 02-00	238.556	43.397	246.425	44.807	76.914	16.391	115.299	24.267	170.012	33.242
2016-03-04 02-30	232.827	42.964	240.299	44.542	73.973	16.190	111.685	24.069	164.171	32.491
2016-03-04 03-00	227.098	42.531	234.172	44.278	71.032	15.989	108.071	23.871	158.329	31.740
2016-03-04 03-30	221.369	42.098	228.046	44.013	68.090	15.788	104.457	23.672	152.488	30.988
2016-03-04 04-00	215.639	41.665	221.920	43.748	65.149	15.587	100.843	23.474	146.647	30.237
2016-03-04 04-30	209.910	41.232	215.794	43.483	62.208	15.386	97.229	23.275	140.805	29.486
2016-03-04 05-00	204.181	40.799	209.667	43.219	59.267	15.185	93.616	23.077	134.964	28.735
2016-03-04 05-30	199.035	40.446	204.577	43.024	56.876	15.083	90.518	22.854	129.749	28.037
2016-03-04 06-00	197.183	40.456	205.931	43.471	59.581	15.598	91.190	22.812	129.801	27.760

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-04 06-30	196.725	40.337	210.843	44.359	66.031	16.632	95.680	23.913	133.896	28.029
2016-03-04 07-00	197.153	40.606	216.306	44.612	71.096	17.818	99.866	24.391	141.089	27.967
2016-03-04 07-30	195.314	40.974	220.337	44.622	73.529	19.330	102.688	24.444	144.640	28.234
2016-03-04 08-00	194.527	41.883	220.419	44.034	71.691	20.042	100.834	23.334	143.472	28.920
2016-03-04 08-30	192.230	43.111	222.542	43.952	71.217	21.853	97.509	22.688	139.883	30.284
2016-03-04 09-00	190.215	44.544	227.897	43.662	70.571	24.589	96.150	22.942	135.979	31.780
2016-03-04 09-30	186.901	46.750	232.895	43.922	73.091	27.016	96.453	23.354	134.443	32.794
2016-03-04 10-00	185.197	49.032	239.355	44.844	74.777	28.906	99.643	23.343	132.955	34.026
2016-03-04 10-30	183.406	49.487	241.757	46.888	76.411	28.097	101.747	23.098	134.260	34.823
2016-03-04 11-00	180.284	48.752	238.168	48.657	73.040	25.202	102.534	23.347	134.245	35.050
2016-03-04 11-30	177.570	47.342	229.832	49.279	68.553	22.630	101.325	23.955	134.072	34.014
2016-03-04 12-00	175.305	46.797	218.698	48.816	66.756	20.287	98.145	24.423	130.499	32.095
2016-03-04 12-30	177.338	48.290	210.219	47.202	69.107	20.381	96.430	24.493	126.572	30.985
2016-03-04 13-00	178.778	48.751	207.951	45.389	70.626	22.622	94.795	24.499	122.449	29.965
2016-03-04 13-30	179.808	49.889	205.584	44.164	71.402	24.956	94.123	24.314	120.814	30.856
2016-03-04 14-00	180.655	50.515	203.879	44.081	68.945	25.690	93.741	23.804	121.688	34.594
2016-03-04 14-30	182.494	50.352	199.882	44.674	65.596	24.816	92.257	22.855	124.226	38.668
2016-03-04 15-00	185.133	50.435	197.332	45.622	62.790	22.843	90.610	22.274	127.956	43.886
2016-03-04 15-30	187.649	50.636	196.604	46.611	60.343	22.285	91.119	22.639	131.282	46.597
2016-03-04 16-00	188.841	51.843	198.689	48.115	61.076	22.283	94.092	23.890	132.639	47.584
2016-03-04 16-30	188.837	53.374	201.389	48.354	63.793	22.160	97.733	24.931	132.240	47.908
2016-03-04 17-00	191.769	53.527	205.283	47.142	67.098	21.797	101.525	25.103	133.837	47.118
2016-03-04 17-30	200.538	52.203	210.900	45.488	70.523	21.304	104.667	24.714	140.181	46.932
2016-03-04 18-00	219.282	50.505	224.872	45.524	76.924	20.873	110.290	23.962	155.127	46.319
2016-03-04 18-30	245.182	50.306	245.087	47.689	85.306	21.780	119.837	23.720	173.657	45.725
2016-03-04 19-00	269.237	50.634	264.572	49.673	94.913	30.192	129.622	24.045	191.821	45.038
2016-03-04 19-30	285.398	51.668	276.020	50.431	103.512	31.550	136.824	24.743	204.522	44.804
2016-03-04 20-00	291.927	51.973	281.232	49.999	108.162	32.048	140.833	25.539	210.469	44.693
2016-03-04 20-30	290.852	51.787	282.389	50.894	110.926	25.322	139.546	25.945	212.332	44.035
2016-03-04 21-00	286.872	51.762	283.791	53.741	109.114	21.340	136.428	26.259	209.851	40.924
2016-03-04 21-30	278.532	51.127	278.615	53.991	104.459	20.957	131.836	26.314	203.987	37.042
2016-03-04 22-00	264.389	50.019	269.867	53.959	96.981	20.151	126.976	26.141	192.516	32.903
2016-03-04 22-30	246.719	48.606	260.185	51.673	89.780	19.874	119.925	25.612	178.447	31.168
2016-03-04 23-00	226.769	47.238	250.667	52.263	82.303	19.655	111.666	25.023	164.834	31.079
2016-03-04 23-30	209.312	46.684	239.523	53.263	75.980	19.494	102.291	25.307	153.053	31.325
2016-03-05 00-00	194.428	46.267	224.585	53.239	69.104	18.664	94.434	25.724	143.855	31.618
2016-03-05 00-30	178.780	45.404	207.126	52.007	63.007	18.259	87.662	25.938	134.240	30.943
2016-03-05 01-00	166.040	44.079	190.889	49.023	57.634	18.149	82.766	25.577	124.507	30.048
2016-03-05 01-30	156.031	42.976	178.467	46.211	54.041	18.277	79.103	24.891	115.082	28.942
2016-03-05 02-00	149.340	42.211	169.729	44.193	51.621	18.191	75.899	24.661	107.396	28.405
2016-03-05 02-30	145.505	41.743	165.167	43.883	49.835	17.727	73.269	24.331	102.400	28.199
2016-03-05 03-00	142.583	41.378	160.819	43.888	48.922	17.411	70.921	24.197	100.144	28.233
2016-03-05 03-30	141.436	41.147	157.355	43.879	48.708	17.433	69.991	24.309	98.230	28.196
2016-03-05 04-00	140.131	41.156	154.438	43.966	48.486	17.332	69.648	24.336	96.823	28.139
2016-03-05 04-30	139.350	40.653	155.073	44.069	49.317	17.794	69.210	24.817	95.382	28.192
2016-03-05 05-00	140.638	40.286	158.252	44.639	50.012	17.774	69.619	24.556	95.464	28.319
2016-03-05 05-30	145.514	39.670	165.812	46.051	51.668	17.618	70.118	24.006	98.757	28.865
2016-03-05 06-00	154.582	39.445	174.123	47.644	54.815	17.350	72.660	22.994	104.318	28.349
2016-03-05 06-30	162.641	39.086	180.951	48.282	59.413	17.350	79.237	22.372	108.463	27.448
2016-03-05 07-00	169.051	39.661	185.964	47.570	64.599	18.193	85.276	21.936	113.123	26.498
2016-03-05 07-30	176.555	41.001	188.719	46.301	66.387	18.963	92.466	22.101	118.002	26.599
2016-03-05 08-00	186.978	43.131	192.694	45.855	67.036	19.941	98.508	23.132	127.016	27.891
2016-03-05 08-30	197.141	46.139	198.243	47.189	67.381	20.206	102.917	24.911	136.030	30.328
2016-03-05 09-00	203.447	49.300	203.485	48.571	67.588	20.872	105.418	26.485	142.578	34.797
2016-03-05 09-30	203.040	51.769	206.911	50.312	69.451	21.505	105.426	27.127	145.536	39.863
2016-03-05 10-00	201.835	52.525	208.959	52.018	68.796	21.793	103.126	26.757	144.956	43.561

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-05 10-30	202.936	52.459	208.765	51.427	69.574	22.725	101.092	26.027	144.051	44.380
2016-03-05 11-00	205.790	51.974	208.143	50.871	69.061	26.913	98.243	25.141	142.986	44.087
2016-03-05 11-30	205.929	51.930	208.993	49.408	69.770	27.128	98.698	24.720	141.926	43.532
2016-03-05 12-00	206.378	51.192	207.654	48.740	70.691	27.261	100.601	24.715	141.963	43.320
2016-03-05 12-30	204.029	49.977	208.413	48.101	70.458	23.193	104.769	25.274	146.040	43.097
2016-03-05 13-00	203.613	48.966	209.222	46.982	71.121	21.503	105.831	25.906	151.630	42.798
2016-03-05 13-30	203.275	49.029	210.710	46.168	70.601	21.645	103.765	25.754	157.781	43.229
2016-03-05 14-00	203.922	49.622	213.074	46.056	73.641	21.931	104.179	26.121	161.440	44.190
2016-03-05 14-30	206.734	51.466	212.595	46.461	75.171	22.211	104.685	26.232	159.252	44.615
2016-03-05 15-00	211.327	53.435	213.032	47.217	73.229	22.141	106.018	26.508	158.974	45.070
2016-03-05 15-30	216.566	54.905	212.854	47.875	70.575	22.307	106.908	26.462	155.862	44.509
2016-03-05 16-00	217.768	55.516	212.594	48.269	70.733	22.377	108.902	26.607	157.301	43.804
2016-03-05 16-30	221.042	55.030	215.196	52.590	75.735	22.922	113.221	26.724	161.582	43.333
2016-03-05 17-00	225.131	54.480	217.887	59.157	82.317	23.303	116.521	26.515	168.220	43.374
2016-03-05 17-30	233.897	54.047	226.890	59.083	86.628	23.396	119.148	25.866	177.464	44.893
2016-03-05 18-00	250.461	53.204	239.399	58.455	91.373	22.659	125.135	25.395	188.745	46.721
2016-03-05 18-30	266.385	51.671	254.390	51.211	99.388	21.763	135.493	25.693	200.871	47.403
2016-03-05 19-00	281.675	50.240	268.697	50.693	108.121	21.210	145.205	26.286	211.158	46.565
2016-03-05 19-30	291.239	49.715	278.424	51.285	114.631	21.307	148.506	26.421	217.112	44.984
2016-03-05 20-00	291.068	49.711	283.546	51.514	115.332	21.729	144.789	26.333	218.616	44.456
2016-03-05 20-30	287.283	49.900	283.670	51.554	112.557	21.533	139.635	26.417	217.046	43.688
2016-03-05 21-00	279.900	49.318	279.749	51.331	110.097	20.982	135.753	26.895	213.765	41.123
2016-03-05 21-30	271.620	49.056	273.360	51.188	109.340	20.426	131.920	27.349	207.096	37.898
2016-03-05 22-00	262.559	49.139	267.356	52.362	107.329	20.025	127.131	26.948	198.683	34.661
2016-03-05 22-30	247.605	48.958	259.391	54.029	102.665	19.868	119.143	26.280	188.746	33.380
2016-03-05 23-00	231.032	48.039	248.321	55.276	93.068	19.543	110.528	25.435	177.776	32.927
2016-03-05 23-30	212.823	46.400	233.407	55.286	82.931	18.993	101.626	25.033	167.061	32.396
2016-03-06 00-00	197.417	44.806	220.165	54.328	74.418	18.848	93.512	24.804	154.938	31.587
2016-03-06 00-30	183.343	43.826	209.398	53.447	68.083	18.559	85.714	24.281	142.918	30.554
2016-03-06 01-00	169.841	42.960	198.284	50.756	63.011	18.607	79.131	23.348	131.010	29.167
2016-03-06 01-30	159.527	42.431	187.529	47.898	58.275	18.375	75.378	23.113	122.209	28.554
2016-03-06 02-00	151.626	41.896	175.644	44.809	54.970	18.420	72.363	22.773	115.675	27.991
2016-03-06 02-30	147.336	41.809	167.634	43.483	51.926	18.402	70.745	22.807	112.102	27.956
2016-03-06 03-00	144.473	42.148	161.365	43.477	50.293	18.425	69.835	22.831	109.980	27.890
2016-03-06 03-30	142.514	42.126	156.447	43.542	48.549	18.328	68.777	23.021	107.541	27.527
2016-03-06 04-00	142.448	42.011	153.103	43.077	48.075	18.129	69.200	23.374	106.418	27.524
2016-03-06 04-30	143.008	41.925	150.811	42.084	48.731	18.000	68.659	23.160	105.497	27.405
2016-03-06 05-00	144.086	41.302	150.669	40.958	48.826	17.761	68.944	22.936	106.424	27.818
2016-03-06 05-30	146.630	41.252	155.198	41.981	50.089	17.757	70.558	22.857	109.955	28.797
2016-03-06 06-00	151.339	40.745	161.169	43.451	52.368	18.091	73.999	23.395	113.817	28.874
2016-03-06 06-30	158.418	39.927	167.325	44.289	55.865	18.463	78.858	23.566	117.844	28.658
2016-03-06 07-00	165.844	39.607	172.626	43.889	60.100	18.784	84.268	24.029	121.359	27.686
2016-03-06 07-30	174.272	39.499	177.353	42.344	62.823	18.846	89.798	24.480	124.221	27.241
2016-03-06 08-00	185.228	41.221	184.136	42.053	66.427	18.689	95.468	25.029	130.063	27.221
2016-03-06 08-30	196.286	43.697	191.559	42.006	72.717	19.675	100.448	25.366	138.033	29.012
2016-03-06 09-00	203.490	45.407	200.549	42.819	77.299	20.838	105.632	26.017	145.654	33.252
2016-03-06 09-30	206.908	46.603	208.304	44.293	80.374	22.536	108.057	26.843	150.239	37.771
2016-03-06 10-00	211.109	47.594	213.136	45.377	78.248	23.435	108.692	27.413	153.695	41.468
2016-03-06 10-30	215.084	48.933	213.214	45.876	76.171	23.491	107.694	27.270	156.429	41.969
2016-03-06 11-00	216.504	49.564	212.161	47.564	74.392	23.478	106.024	27.184	162.329	42.164
2016-03-06 11-30	215.774	50.685	211.947	51.798	75.720	23.016	105.402	27.903	161.902	41.956
2016-03-06 12-00	213.257	51.433	211.176	52.412	76.090	23.071	104.695	28.820	158.278	41.994
2016-03-06 12-30	209.787	51.142	210.367	52.139	76.400	22.946	104.600	29.446	151.414	41.922
2016-03-06 13-00	205.961	49.251	210.331	47.747	76.223	23.416	103.554	28.682	148.226	42.500
2016-03-06 13-30	201.410	47.009	212.046	46.120	76.355	23.974	104.077	27.944	148.543	43.301
2016-03-06 14-00	199.672	47.285	214.618	45.282	76.868	24.206	103.763	27.616	147.900	43.749

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-06 14-30	200.476	49.681	214.944	44.885	75.096	23.725	103.038	27.577	147.873	44.327
2016-03-06 15-00	201.149	52.069	213.960	44.582	73.078	23.290	101.774	27.318	147.751	44.585
2016-03-06 15-30	199.976	52.840	213.372	45.596	71.652	22.935	100.552	26.584	148.773	44.534
2016-03-06 16-00	200.534	52.535	212.686	45.851	73.889	23.907	99.933	25.988	149.953	43.596
2016-03-06 16-30	199.708	51.198	210.120	44.952	76.029	24.715	100.900	25.776	149.679	42.117
2016-03-06 17-00	202.971	49.734	207.932	44.131	78.278	24.754	103.722	25.816	151.657	41.916
2016-03-06 17-30	210.415	48.945	212.055	44.813	79.515	24.136	108.873	25.491	158.769	42.166
2016-03-06 18-00	226.685	48.082	227.674	46.812	84.401	22.379	118.204	25.472	171.585	42.819
2016-03-06 18-30	250.586	49.055	250.709	48.566	93.148	21.557	130.184	26.182	187.416	42.859
2016-03-06 19-00	272.081	49.606	270.428	49.288	103.137	20.993	140.394	31.831	200.508	42.859
2016-03-06 19-30	284.394	50.218	284.078	49.136	109.742	20.566	147.039	46.076	211.004	42.842
2016-03-06 20-00	287.561	50.347	288.938	49.330	109.990	20.139	149.568	48.904	216.203	43.173
2016-03-06 20-30	284.609	49.585	286.647	49.174	108.158	19.693	150.405	46.308	218.582	42.151
2016-03-06 21-00	279.528	48.894	281.091	48.097	106.182	19.620	147.926	31.886	217.286	39.075
2016-03-06 21-30	269.759	48.036	274.322	47.530	104.103	19.933	141.377	23.986	211.342	35.158
2016-03-06 22-00	256.226	47.579	271.305	48.012	99.898	19.639	129.808	23.225	202.345	31.965
2016-03-06 22-30	242.089	47.416	268.002	48.745	93.101	19.526	119.749	23.077	190.088	31.035
2016-03-06 23-00	226.130	47.465	258.737	49.386	83.756	19.191	111.280	23.343	176.683	30.973
2016-03-06 23-30	209.763	46.914	243.806	49.488	76.163	19.247	103.944	23.611	164.342	31.186
2016-03-07 00-00	194.887	46.638	226.613	48.937	68.327	19.105	96.098	23.965	152.195	30.712
2016-03-07 00-30	180.064	45.051	208.873	47.856	62.999	18.731	88.294	23.728	142.127	30.397
2016-03-07 01-00	168.508	43.497	191.786	45.509	59.126	18.284	81.325	23.441	132.196	29.725
2016-03-07 01-30	158.667	41.935	177.439	43.460	55.580	17.851	76.695	23.163	124.572	29.116
2016-03-07 02-00	151.566	41.283	167.558	42.080	54.284	18.066	73.229	22.369	117.155	28.734
2016-03-07 02-30	147.532	41.206	162.875	41.416	53.186	18.605	71.047	21.699	111.197	28.464
2016-03-07 03-00	144.678	40.729	160.034	41.425	52.577	18.818	70.407	21.628	106.764	28.466
2016-03-07 03-30	143.046	40.071	155.962	41.159	52.844	18.985	70.541	22.344	104.792	28.509
2016-03-07 04-00	143.706	40.269	153.091	41.260	52.254	18.301	71.424	22.974	103.866	28.105
2016-03-07 04-30	146.480	41.128	150.947	41.176	52.089	17.921	71.534	22.567	104.360	27.954
2016-03-07 05-00	150.743	41.962	154.354	42.630	52.622	17.719	72.637	22.243	106.026	28.418
2016-03-07 05-30	155.907	42.057	163.112	44.808	54.739	17.784	74.116	22.377	109.721	29.352
2016-03-07 06-00	161.649	41.935	172.975	45.575	57.454	18.184	77.061	22.938	113.958	29.285
2016-03-07 06-30	168.166	41.492	180.763	44.989	59.308	17.970	80.721	22.932	117.108	28.331
2016-03-07 07-00	175.938	41.919	185.622	43.711	59.498	17.396	87.047	22.764	120.319	26.791
2016-03-07 07-30	183.677	42.385	192.170	43.702	61.997	17.057	94.280	23.010	125.804	26.086
2016-03-07 08-00	192.093	43.698	202.540	44.585	65.083	17.091	102.795	24.036	132.318	26.508
2016-03-07 08-30	198.406	45.192	214.309	45.280	69.184	18.052	107.786	25.074	140.245	28.267
2016-03-07 09-00	203.493	46.857	225.923	46.485	73.580	19.284	113.004	26.030	148.023	32.653
2016-03-07 09-30	209.987	47.637	235.500	47.352	77.042	20.326	114.709	26.421	153.716	37.450
2016-03-07 10-00	216.761	48.775	244.171	47.674	81.928	21.455	118.109	26.611	157.987	40.758
2016-03-07 10-30	224.853	50.147	246.830	47.054	84.543	22.171	118.106	26.322	158.080	41.500
2016-03-07 11-00	229.323	52.940	246.427	46.828	84.847	22.278	116.720	26.124	157.171	40.910
2016-03-07 11-30	228.874	54.427	242.574	47.380	82.255	21.707	114.706	26.422	156.551	41.205
2016-03-07 12-00	227.879	54.798	238.357	49.044	78.779	21.034	113.443	27.321	156.749	42.285
2016-03-07 12-30	224.142	53.491	234.524	50.661	78.240	21.216	113.022	28.106	157.877	43.277
2016-03-07 13-00	224.269	53.369	228.821	51.363	79.416	22.002	110.686	27.984	160.084	43.923
2016-03-07 13-30	223.662	54.707	222.691	51.241	80.737	22.466	109.999	27.790	162.277	44.058
2016-03-07 14-00	220.849	56.302	219.561	50.126	80.145	22.533	107.797	27.303	162.427	43.940
2016-03-07 14-30	218.177	57.256	218.124	49.158	78.520	22.382	107.932	27.325	159.814	43.388
2016-03-07 15-00	216.382	56.939	220.564	48.875	77.535	22.680	105.502	27.107	156.649	42.656
2016-03-07 15-30	217.532	56.242	221.835	48.468	77.351	23.211	104.998	26.348	154.330	42.619
2016-03-07 16-00	219.629	56.466	223.998	48.754	76.830	23.485	104.514	25.880	153.752	43.059
2016-03-07 16-30	219.432	56.985	223.406	48.214	76.955	23.536	105.225	25.377	153.747	43.345
2016-03-07 17-00	219.856	56.868	223.959	47.725	77.824	23.000	104.630	25.239	154.384	43.487
2016-03-07 17-30	223.414	55.822	224.553	51.894	79.626	22.457	106.844	25.231	158.076	43.383
2016-03-07 18-00	231.716	53.537	235.220	59.197	84.742	21.915	111.585	25.220	167.857	43.663

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-07 18-30	251.253	52.096	254.722	60.063	94.485	21.113	121.411	25.234	182.456	43.478
2016-03-07 19-00	273.145	51.105	276.258	59.208	105.715	20.278	131.674	25.381	197.578	43.623
2016-03-07 19-30	293.460	50.702	292.001	52.786	116.119	19.933	138.812	25.440	207.844	43.106
2016-03-07 20-00	302.586	50.295	294.923	60.917	119.290	19.855	141.321	25.456	212.604	43.359
2016-03-07 20-30	301.040	49.840	291.661	61.665	116.988	20.089	139.314	25.412	215.539	42.291
2016-03-07 21-00	293.695	49.115	285.464	60.501	112.551	20.009	137.339	25.076	214.269	39.394
2016-03-07 21-30	280.852	47.959	277.074	51.683	107.679	19.490	134.052	24.926	208.678	36.038
2016-03-07 22-00	265.198	46.897	266.909	47.688	104.188	19.406	128.667	24.452	199.050	32.863
2016-03-07 22-30	250.062	46.462	254.266	48.873	98.891	19.168	121.562	23.996	188.316	31.672
2016-03-07 23-00	234.672	46.010	241.536	49.528	91.973	18.781	114.249	23.249	179.314	31.318
2016-03-07 23-30	220.620	45.278	229.356	49.027	83.056	18.767	106.282	22.399	167.362	30.485
2016-03-08 00-00	204.466	43.970	216.858	47.757	73.970	18.681	99.697	21.824	156.172	29.631
2016-03-08 00-30	187.744	42.881	205.630	46.505	67.395	18.950	92.052	21.599	145.482	28.594
2016-03-08 01-00	173.331	41.847	192.867	44.925	62.061	19.068	85.785	21.862	136.961	27.863
2016-03-08 01-30	162.230	41.012	183.715	43.699	59.262	19.068	80.144	22.083	130.016	27.042
2016-03-08 02-00	154.964	40.076	176.388	41.749	56.269	18.534	76.250	22.091	122.989	26.570
2016-03-08 02-30	151.049	39.809	172.264	40.186	53.952	17.601	73.337	21.886	118.415	26.338
2016-03-08 03-00	148.142	39.575	167.803	38.938	51.948	16.841	72.508	21.496	115.559	26.693
2016-03-08 03-30	146.280	39.669	162.572	38.479	51.095	16.384	72.377	21.123	113.932	26.789
2016-03-08 04-00	143.919	39.118	156.588	39.071	50.451	16.695	72.988	20.887	111.686	26.619
2016-03-08 04-30	143.398	38.850	152.604	39.833	50.521	16.758	73.052	20.898	110.239	25.989
2016-03-08 05-00	144.986	38.886	152.094	41.170	50.249	16.702	71.908	20.941	110.895	26.232
2016-03-08 05-30	149.513	39.243	157.684	43.273	50.500	16.782	71.230	21.013	114.051	27.419
2016-03-08 06-00	156.861	39.321	164.981	43.645	51.813	16.901	71.325	20.531	118.923	28.056
2016-03-08 06-30	163.291	38.768	169.718	42.238	54.384	17.149	75.429	20.249	121.845	27.931
2016-03-08 07-00	169.731	38.110	174.567	40.281	57.071	17.024	80.800	20.352	123.981	26.429
2016-03-08 07-30	178.513	38.116	181.319	39.595	61.013	17.361	89.583	20.868	126.759	25.832
2016-03-08 08-00	188.467	39.460	192.807	40.641	64.559	17.622	96.010	21.576	134.800	26.128
2016-03-08 08-30	198.556	41.362	204.545	43.792	68.092	18.183	102.234	22.153	147.186	28.060
2016-03-08 09-00	208.064	43.331	215.070	55.162	70.746	18.625	105.003	22.485	160.078	32.314
2016-03-08 09-30	214.123	44.755	223.572	58.446	72.440	19.327	108.875	23.224	167.855	36.536
2016-03-08 10-00	218.915	45.178	228.660	59.168	72.386	21.528	110.287	23.634	171.218	39.713
2016-03-08 10-30	221.640	45.491	230.226	50.162	75.160	28.343	112.151	23.950	172.472	40.492
2016-03-08 11-00	223.693	45.647	229.479	43.995	78.490	36.823	113.927	24.350	174.115	40.916
2016-03-08 11-30	229.294	46.075	230.042	44.293	83.126	46.362	117.654	24.800	176.402	41.740
2016-03-08 12-00	233.899	46.969	231.776	53.687	84.989	43.552	120.886	25.698	176.052	42.611
2016-03-08 12-30	235.713	47.238	234.199	55.701	83.944	36.492	120.649	26.376	174.082	42.297
2016-03-08 13-00	232.921	47.726	234.250	56.019	80.966	25.653	118.321	34.501	170.675	41.899
2016-03-08 13-30	229.588	47.948	232.330	48.487	78.653	20.710	115.041	40.794	168.719	41.996
2016-03-08 14-00	224.896	48.919	227.466	43.984	77.322	20.919	111.846	48.104	169.095	44.458
2016-03-08 14-30	218.600	49.950	220.091	44.534	76.303	21.172	108.554	44.052	166.467	56.751
2016-03-08 15-00	212.776	50.163	213.319	45.462	75.958	21.330	105.578	35.898	163.371	58.933
2016-03-08 15-30	205.998	49.629	209.223	54.442	75.427	21.219	103.468	29.506	158.142	59.108
2016-03-08 16-00	203.187	48.602	206.992	59.537	76.615	20.943	99.315	25.519	157.489	49.519
2016-03-08 16-30	202.122	47.833	204.861	59.363	77.491	21.311	99.537	25.256	157.404	43.576
2016-03-08 17-00	204.300	47.203	203.069	54.314	76.896	21.525	101.146	25.008	158.492	43.609
2016-03-08 17-30	211.127	46.850	205.835	47.370	77.702	21.651	105.783	27.947	158.845	43.346
2016-03-08 18-00	224.709	46.451	220.098	49.278	83.721	21.283	111.863	32.896	164.004	43.545
2016-03-08 18-30	244.704	46.419	240.355	51.447	96.000	20.652	118.345	32.989	175.250	42.885
2016-03-08 19-00	266.206	46.578	259.565	60.518	108.436	20.094	128.571	32.076	189.387	42.270
2016-03-08 19-30	281.321	47.104	275.644	61.846	115.221	20.559	138.772	26.486	202.303	41.497
2016-03-08 20-00	287.734	47.713	284.589	73.094	115.966	26.157	144.075	25.136	210.304	41.450
2016-03-08 20-30	288.789	48.054	289.138	68.269	114.812	27.255	144.677	24.336	211.428	40.962
2016-03-08 21-00	285.724	48.115	287.340	63.769	113.526	30.236	142.907	23.369	209.309	38.328
2016-03-08 21-30	278.903	47.043	280.956	54.894	108.978	26.997	138.226	22.749	202.446	35.093
2016-03-08 22-00	266.574	46.245	273.569	48.377	102.533	23.742	133.527	22.325	195.073	31.785

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-08 22-30	249.718	44.855	265.025	48.957	93.643	21.820	125.122	22.358	184.757	30.042
2016-03-08 23-00	231.265	44.403	255.266	49.411	85.757	18.532	114.561	22.362	173.281	29.145
2016-03-08 23-30	213.288	43.631	242.481	49.454	78.910	18.474	105.199	22.362	161.098	28.588
2016-03-09 00-00	197.308	42.979	227.021	49.183	71.848	18.294	94.399	22.217	149.793	28.552
2016-03-09 00-30	182.645	42.270	211.398	48.429	65.585	18.122	86.062	22.085	140.872	28.251
2016-03-09 01-00	168.864	41.625	195.275	46.648	60.201	17.553	79.597	22.077	131.840	27.221
2016-03-09 01-30	157.154	40.963	181.104	43.521	55.639	16.895	75.091	21.956	124.276	26.111
2016-03-09 02-00	149.595	40.342	170.211	41.980	54.365	16.666	73.190	21.577	117.548	25.545
2016-03-09 02-30	145.592	39.872	164.392	40.678	53.762	16.702	72.085	21.273	112.764	25.863
2016-03-09 03-00	143.819	39.423	162.668	40.288	53.823	16.759	70.650	20.936	109.462	25.922
2016-03-09 03-30	143.445	39.142	163.368	39.293	53.221	16.760	70.408	20.891	107.870	26.341
2016-03-09 04-00	144.642	38.622	163.635	38.099	52.617	16.574	70.135	20.651	107.249	26.121
2016-03-09 04-30	147.534	38.904	164.231	38.372	52.616	16.442	70.950	20.662	107.007	25.882
2016-03-09 05-00	151.963	39.464	168.156	40.439	52.201	16.490	74.179	20.832	108.750	26.094
2016-03-09 05-30	160.383	39.795	179.857	43.077	53.413	16.062	78.292	21.080	112.860	26.496
2016-03-09 06-00	175.159	39.800	196.105	43.290	57.770	15.895	86.469	20.832	122.860	26.430
2016-03-09 06-30	187.800	38.329	213.568	42.025	63.105	15.637	95.100	20.787	131.931	26.100
2016-03-09 07-00	195.687	36.971	225.335	39.714	68.091	15.778	102.207	20.866	138.915	25.420
2016-03-09 07-30	196.447	36.972	232.503	40.039	70.726	16.789	104.985	21.558	141.007	25.673
2016-03-09 08-00	200.128	37.689	235.303	41.879	71.953	17.699	104.842	22.497	142.424	26.500
2016-03-09 08-30	202.997	39.495	237.999	43.608	72.013	18.412	104.060	23.027	145.379	28.385
2016-03-09 09-00	202.796	40.506	238.551	44.836	71.050	18.639	103.065	23.379	149.833	32.315
2016-03-09 09-30	197.896	41.375	239.393	45.689	69.499	18.894	100.483	23.317	153.464	36.872
2016-03-09 10-00	193.973	43.407	242.428	46.184	68.559	19.006	97.953	23.271	152.016	40.995
2016-03-09 10-30	193.173	44.792	242.468	46.878	69.347	19.621	94.959	23.350	148.414	41.947
2016-03-09 11-00	194.224	46.119	242.210	46.976	70.589	19.943	94.711	23.058	142.447	41.142
2016-03-09 11-30	191.444	46.465	238.403	48.361	72.373	20.122	94.241	22.992	138.808	39.589
2016-03-09 12-00	191.278	47.734	231.722	50.017	71.689	20.189	94.374	22.955	135.069	38.650
2016-03-09 12-30	188.580	48.346	224.186	49.534	69.505	19.906	92.298	23.161	132.498	38.716
2016-03-09 13-00	187.843	48.125	217.226	48.255	64.741	19.359	89.984	23.244	129.130	38.864
2016-03-09 13-30	184.682	46.000	210.897	45.293	62.359	19.151	87.875	23.361	127.138	39.419
2016-03-09 14-00	182.352	44.635	211.504	44.513	63.072	19.057	86.587	22.963	127.359	41.081
2016-03-09 14-30	181.831	45.361	212.517	44.433	65.634	19.360	88.135	22.757	127.848	42.829
2016-03-09 15-00	180.422	46.813	214.320	44.520	67.199	20.063	88.257	22.873	129.465	44.022
2016-03-09 15-30	179.867	48.031	216.569	44.915	66.358	20.302	88.568	23.094	130.144	44.005
2016-03-09 16-00	178.682	48.063	216.713	44.955	65.718	20.370	89.217	23.663	131.597	44.359
2016-03-09 16-30	178.951	47.677	217.174	45.158	66.650	20.011	92.007	23.727	135.364	44.871
2016-03-09 17-00	184.086	47.862	218.283	44.786	69.538	19.618	98.366	24.046	142.925	45.459
2016-03-09 17-30	196.804	48.767	225.980	46.208	74.765	19.612	106.778	24.362	151.001	45.923
2016-03-09 18-00	219.115	50.044	244.498	48.812	82.718	19.808	119.436	24.611	163.320	46.834
2016-03-09 18-30	250.463	50.700	268.492	53.467	96.305	19.901	132.846	24.764	179.246	47.822
2016-03-09 19-00	285.454	51.593	291.240	59.886	110.961	19.828	144.220	24.760	198.263	48.177
2016-03-09 19-30	312.215	53.012	306.919	59.133	120.634	19.919	149.987	25.072	216.517	47.488
2016-03-09 20-00	324.411	53.786	311.948	58.126	123.886	20.036	151.591	25.270	226.501	47.476
2016-03-09 20-30	320.160	53.857	313.128	51.564	120.372	20.019	150.134	25.234	228.864	46.966
2016-03-09 21-00	309.579	52.427	306.645	49.813	115.394	19.675	146.771	24.986	224.214	44.859
2016-03-09 21-30	294.919	50.399	300.008	49.138	109.670	19.223	141.967	24.317	215.585	41.473
2016-03-09 22-00	278.161	48.926	288.031	48.626	101.233	18.631	136.978	24.134	204.753	37.879
2016-03-09 22-30	256.071	47.016	274.854	48.816	92.140	18.354	128.343	24.029	189.791	36.056
2016-03-09 23-00	232.665	45.470	259.985	50.176	82.915	17.751	117.214	24.302	175.880	35.272
2016-03-09 23-30	211.777	44.129	244.402	51.466	73.742	17.372	103.639	24.307	161.942	34.364
2016-03-10 00-00	195.081	42.869	228.301	52.684	66.729	17.269	93.654	24.120	151.578	33.498
2016-03-10 00-30	181.704	42.255	212.244	51.712	60.814	17.364	86.590	23.359	141.836	32.640
2016-03-10 01-00	170.810	41.874	197.901	49.392	57.021	17.360	81.490	22.897	131.441	32.335
2016-03-10 01-30	161.474	41.255	186.234	46.669	54.749	17.344	78.263	22.580	121.377	31.797
2016-03-10 02-00	155.414	40.671	178.851	44.073	53.349	17.039	75.802	22.528	114.221	31.507

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-10 02-30	152.198	40.366	173.796	42.874	53.448	16.932	74.935	23.006	110.893	30.730
2016-03-10 03-00	151.004	40.444	170.679	41.877	53.767	17.014	75.745	23.208	110.159	29.602
2016-03-10 03-30	150.092	40.295	167.349	41.665	54.040	16.943	75.621	23.155	109.560	27.990
2016-03-10 04-00	149.432	39.937	162.935	41.859	52.456	16.736	75.173	22.755	109.646	26.956
2016-03-10 04-30	149.597	39.801	160.858	42.021	52.183	16.641	75.554	22.586	109.609	26.909
2016-03-10 05-00	152.006	39.608	164.788	43.630	52.303	16.590	75.902	22.404	112.231	27.596
2016-03-10 05-30	160.794	40.005	178.733	45.138	54.745	16.965	80.344	22.322	116.840	28.403
2016-03-10 06-00	177.122	40.339	195.861	45.298	60.197	17.321	87.807	21.840	125.558	27.718
2016-03-10 06-30	193.653	40.172	208.718	43.764	66.703	17.455	97.866	22.042	134.710	26.615
2016-03-10 07-00	205.866	39.772	213.283	40.444	73.874	17.722	107.656	22.625	141.714	24.889
2016-03-10 07-30	205.994	38.720	217.120	38.691	76.079	17.670	110.703	22.768	144.396	24.315
2016-03-10 08-00	200.396	38.157	226.144	38.323	74.390	17.894	108.109	22.545	142.034	24.814
2016-03-10 08-30	195.262	39.971	236.988	38.811	70.180	18.035	104.131	22.064	139.974	27.118
2016-03-10 09-00	194.842	42.109	247.659	39.392	68.095	18.579	100.216	21.763	140.712	30.976
2016-03-10 09-30	196.916	44.146	253.646	39.924	68.106	19.460	99.341	21.872	142.366	34.992
2016-03-10 10-00	198.161	44.679	257.541	40.227	69.598	19.798	100.463	21.650	145.242	38.259
2016-03-10 10-30	196.353	42.905	257.383	40.455	72.949	19.995	100.990	21.768	145.708	39.478
2016-03-10 11-00	195.342	42.530	253.962	40.809	74.818	19.568	102.991	21.876	146.725	40.056
2016-03-10 11-30	195.558	43.348	248.805	40.321	74.988	19.623	101.757	22.209	148.250	39.748
2016-03-10 12-00	197.165	45.472	244.982	39.776	74.828	20.037	100.466	22.462	147.935	39.097
2016-03-10 12-30	197.675	46.836	241.913	38.963	73.077	20.424	99.307	22.557	148.431	38.647
2016-03-10 13-00	197.456	46.639	239.653	39.046	75.304	20.824	97.019	22.540	148.730	39.813
2016-03-10 13-30	196.834	46.432	240.274	39.757	76.244	20.606	97.243	22.580	149.691	42.162
2016-03-10 14-00	195.843	46.884	239.878	40.852	75.371	20.755	95.185	22.738	151.914	43.921
2016-03-10 14-30	195.234	47.869	239.871	41.576	74.542	20.381	94.458	22.620	151.911	44.004
2016-03-10 15-00	194.614	47.617	238.988	41.568	72.202	19.905	95.365	22.017	152.633	42.557
2016-03-10 15-30	196.320	47.080	238.867	41.342	70.176	19.425	96.036	21.362	152.165	41.519
2016-03-10 16-00	199.459	46.573	242.612	40.848	69.631	26.916	99.697	21.329	153.744	40.754
2016-03-10 16-30	204.405	46.237	246.236	39.925	71.199	33.023	102.967	21.885	157.417	40.154
2016-03-10 17-00	209.863	45.873	251.442	40.154	79.974	35.736	106.587	22.403	164.957	39.808
2016-03-10 17-30	222.227	45.245	260.063	41.957	90.411	32.925	113.648	22.713	173.385	40.066
2016-03-10 18-00	242.589	45.663	275.866	44.984	98.183	24.501	121.138	22.380	185.453	41.040
2016-03-10 18-30	266.106	46.628	293.598	46.978	103.372	27.285	132.109	22.794	200.117	41.900
2016-03-10 19-00	288.835	47.936	308.946	47.680	105.732	35.679	141.200	23.497	214.937	42.561
2016-03-10 19-30	302.760	48.119	316.040	47.308	110.441	36.307	145.756	24.149	227.616	42.871
2016-03-10 20-00	309.258	47.726	316.839	47.521	115.020	34.198	146.459	24.619	233.215	43.493
2016-03-10 20-30	308.639	47.071	313.093	47.189	118.553	23.375	144.430	24.842	233.378	42.776
2016-03-10 21-00	302.961	46.490	305.729	47.437	118.774	19.288	141.483	25.081	227.713	39.998
2016-03-10 21-30	292.363	45.863	293.807	47.727	115.824	19.194	137.777	25.502	216.088	36.262
2016-03-10 22-00	278.728	45.715	281.999	48.636	108.370	18.668	131.461	25.377	203.530	32.989
2016-03-10 22-30	259.448	44.869	270.597	49.586	100.973	18.991	125.043	25.249	190.407	31.629
2016-03-10 23-00	238.730	43.559	258.538	49.961	91.256	19.033	115.896	24.423	177.211	30.932
2016-03-10 23-30	218.858	42.253	246.564	50.062	83.087	19.177	106.376	23.751	164.342	30.523
2016-03-11 00-00	203.626	41.524	234.109	49.814	75.492	18.923	96.216	22.909	151.841	29.714
2016-03-11 00-30	190.069	41.374	219.303	48.681	70.318	18.740	88.721	22.124	142.454	28.863
2016-03-11 01-00	178.673	41.019	203.886	47.153	66.485	18.838	83.520	22.078	134.099	27.846
2016-03-11 01-30	167.685	39.708	188.714	45.259	62.833	18.488	79.846	22.312	125.809	26.733
2016-03-11 02-00	160.210	39.061	179.569	43.422	59.977	17.841	77.769	22.787	118.351	26.199
2016-03-11 02-30	156.950	38.951	175.850	42.476	58.676	17.191	75.497	23.025	113.923	26.284
2016-03-11 03-00	154.215	39.312	174.601	41.297	58.626	16.747	73.842	22.403	112.518	26.378
2016-03-11 03-30	153.010	39.343	172.083	40.214	59.559	16.802	72.173	21.862	113.151	26.659
2016-03-11 04-00	152.097	38.986	171.028	40.015	60.592	17.270	72.016	21.793	113.993	26.399
2016-03-11 04-30	154.129	39.085	171.347	40.739	60.968	17.289	73.399	21.786	113.845	25.821
2016-03-11 05-00	158.625	39.156	177.405	42.409	60.849	16.896	75.063	21.823	114.255	26.051
2016-03-11 05-30	169.508	39.773	189.024	44.391	62.625	16.478	79.245	21.540	119.523	26.851
2016-03-11 06-00	187.334	40.115	203.568	44.560	66.507	16.559	85.582	21.586	129.862	27.494

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-11 06-30	204.051	39.915	216.330	44.107	73.443	17.142	94.705	22.053	141.251	27.344
2016-03-11 07-00	213.035	39.123	225.681	42.608	78.885	17.344	101.409	22.035	148.703	26.240
2016-03-11 07-30	214.465	38.805	229.217	41.686	80.157	17.417	103.621	21.401	151.273	26.714
2016-03-11 08-00	211.236	38.691	233.829	41.030	79.493	17.958	101.655	20.676	150.510	27.494
2016-03-11 08-30	209.570	39.797	238.909	40.599	77.009	18.307	97.561	20.322	149.014	29.081
2016-03-11 09-00	208.852	42.641	247.618	40.672	75.606	18.754	95.374	20.789	150.048	32.232
2016-03-11 09-30	210.181	45.526	257.236	41.397	76.977	19.058	94.100	21.064	152.633	35.059
2016-03-11 10-00	211.648	48.596	262.860	42.213	78.115	19.012	93.777	21.360	156.076	37.991
2016-03-11 10-30	211.614	49.212	264.093	42.897	80.932	19.313	92.585	21.481	158.190	38.679
2016-03-11 11-00	210.521	50.068	263.409	43.801	82.191	18.857	89.476	21.119	157.861	38.650
2016-03-11 11-30	208.212	50.131	259.513	44.607	81.755	18.671	89.000	21.406	156.772	39.057
2016-03-11 12-00	205.938	49.643	253.071	44.566	79.970	18.753	90.528	21.184	154.858	39.514
2016-03-11 12-30	204.293	48.754	247.497	43.211	78.088	19.118	92.483	21.538	152.880	39.586
2016-03-11 13-00	203.054	47.279	247.104	41.393	76.159	19.548	93.770	21.678	151.046	39.747
2016-03-11 13-30	203.650	47.588	248.390	40.014	76.089	19.806	93.264	21.923	149.655	39.758
2016-03-11 14-00	203.995	47.086	250.686	39.857	75.835	19.999	93.813	22.571	150.946	40.077
2016-03-11 14-30	204.299	46.957	250.480	40.123	75.336	19.954	95.033	22.660	152.777	39.991
2016-03-11 15-00	206.149	46.152	250.999	40.709	73.617	20.066	97.976	23.082	157.810	39.956
2016-03-11 15-30	211.087	46.904	255.224	41.260	72.741	19.974	101.595	23.528	161.069	39.967
2016-03-11 16-00	215.729	47.481	256.492	41.391	73.716	20.000	106.313	24.006	164.468	40.304
2016-03-11 16-30	219.671	47.133	258.399	41.437	76.583	20.438	109.761	24.256	167.715	40.390
2016-03-11 17-00	224.367	46.518	261.356	41.071	80.390	20.540	112.317	24.202	172.294	40.672
2016-03-11 17-30	233.069	45.496	268.133	42.238	85.063	20.593	117.209	24.033	180.117	41.059
2016-03-11 18-00	248.183	46.071	277.998	45.364	91.602	20.593	127.099	23.542	192.467	42.448
2016-03-11 18-30	267.089	47.131	290.885	47.927	101.350	20.118	139.709	23.476	206.291	42.696
2016-03-11 19-00	284.163	47.846	302.819	49.389	111.443	19.870	149.654	23.766	218.072	44.976
2016-03-11 19-30	296.977	48.855	314.581	48.628	116.813	19.535	152.490	24.541	223.215	55.312
2016-03-11 20-00	306.131	49.492	323.077	48.501	119.551	19.500	151.790	24.998	224.811	57.326
2016-03-11 20-30	307.003	49.695	325.081	49.104	118.869	19.687	150.216	24.849	224.491	56.596
2016-03-11 21-00	301.576	48.895	319.300	49.964	116.940	19.538	149.269	24.350	225.556	44.893
2016-03-11 21-30	289.123	48.182	309.772	50.781	114.980	19.400	146.785	23.969	221.175	36.273
2016-03-11 22-00	273.783	47.587	298.869	51.203	110.905	19.359	138.747	23.438	211.878	32.880
2016-03-11 22-30	259.135	47.307	286.484	51.082	106.734	19.390	129.779	22.803	199.093	31.424
2016-03-11 23-00	243.261	45.788	272.468	50.493	100.326	19.015	117.576	22.458	185.606	30.782
2016-03-11 23-30	226.888	44.292	255.592	49.146	90.433	18.163	107.598	22.309	173.407	30.207
2016-03-12 00-00	209.510	43.150	241.075	49.106	80.705	17.543	97.531	22.562	161.589	29.385
2016-03-12 00-30	192.821	42.558	225.970	47.841	72.610	17.223	89.613	22.485	149.935	28.377
2016-03-12 01-00	179.852	42.249	210.656	45.716	66.719	17.286	83.085	22.092	139.133	27.233
2016-03-12 01-30	170.140	41.423	198.377	43.167	63.796	17.389	77.501	21.332	130.002	26.677
2016-03-12 02-00	163.973	40.529	189.316	40.697	61.893	17.224	75.791	20.878	123.263	26.149
2016-03-12 02-30	160.661	40.001	185.233	39.897	61.344	17.296	73.796	20.470	120.090	25.740
2016-03-12 03-00	157.518	39.616	180.122	39.463	61.725	17.259	74.214	20.692	119.257	25.782
2016-03-12 03-30	156.046	39.635	176.377	39.526	60.578	17.141	72.833	20.726	117.995	25.834
2016-03-12 04-00	155.191	39.947	174.207	39.819	59.212	16.997	73.912	21.040	118.376	26.087
2016-03-12 04-30	154.321	39.715	175.144	39.743	57.736	16.975	74.779	21.095	117.816	26.258
2016-03-12 05-00	155.686	38.968	181.031	40.892	58.783	17.228	75.581	20.880	118.700	26.278
2016-03-12 05-30	160.557	38.628	190.661	43.138	60.282	17.565	76.867	21.086	120.897	27.147
2016-03-12 06-00	171.172	38.728	201.097	45.129	62.977	17.458	78.925	21.275	125.015	27.296
2016-03-12 06-30	182.647	39.106	208.962	45.690	66.230	16.953	84.235	21.687	128.603	27.369
2016-03-12 07-00	196.301	39.523	212.597	44.422	68.555	16.743	90.007	21.880	133.061	26.660
2016-03-12 07-30	203.520	39.501	215.072	43.673	71.378	17.101	99.585	22.247	136.975	26.190
2016-03-12 08-00	210.302	40.862	219.446	44.305	74.584	18.401	107.784	22.681	143.494	27.182
2016-03-12 08-30	215.249	42.677	227.699	44.962	76.712	19.835	114.682	23.433	149.709	29.307
2016-03-12 09-00	218.130	44.423	237.656	45.876	79.572	20.915	117.259	23.933	154.341	33.736
2016-03-12 09-30	225.249	45.712	246.242	46.655	82.838	21.660	119.653	24.402	158.439	38.127
2016-03-12 10-00	229.166	46.908	250.333	46.300	84.877	21.680	121.962	25.334	160.582	41.273

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-12 10-30	232.518	48.069	251.470	45.973	85.829	21.424	122.199	25.966	163.018	42.377
2016-03-12 11-00	231.903	48.970	249.644	45.158	86.279	21.656	120.606	27.162	162.857	42.532
2016-03-12 11-30	228.457	49.675	243.179	44.792	87.600	22.270	119.567	27.560	160.886	42.474
2016-03-12 12-00	224.860	50.595	238.436	44.915	90.097	23.389	120.126	27.356	158.827	42.708
2016-03-12 12-30	221.662	51.370	233.466	44.462	89.541	23.930	120.850	26.525	156.419	42.460
2016-03-12 13-00	219.330	50.567	231.648	44.657	87.440	23.636	119.418	26.039	158.899	42.131
2016-03-12 13-30	219.710	49.420	230.751	45.111	84.446	22.925	115.879	26.006	160.577	42.202
2016-03-12 14-00	221.835	49.492	227.977	45.244	83.487	22.559	112.190	26.200	163.699	42.551
2016-03-12 14-30	223.446	50.540	228.653	45.856	83.625	22.439	110.953	25.917	163.159	43.442
2016-03-12 15-00	223.481	52.177	236.217	46.420	83.228	22.827	111.891	25.622	164.288	43.589
2016-03-12 15-30	219.264	53.088	241.556	47.228	81.876	22.551	115.425	25.462	163.435	43.346
2016-03-12 16-00	217.790	53.114	247.310	47.747	81.690	22.662	120.714	25.786	163.872	42.254
2016-03-12 16-30	219.014	52.582	249.459	47.536	82.590	22.417	121.908	26.060	163.696	41.130
2016-03-12 17-00	221.748	50.937	249.865	46.455	87.380	22.260	123.329	26.120	164.179	40.268
2016-03-12 17-30	230.396	49.872	252.231	45.523	92.389	22.200	121.561	25.670	168.904	40.434
2016-03-12 18-00	243.140	49.039	256.862	45.726	98.070	22.013	124.532	25.150	177.044	41.000
2016-03-12 18-30	261.631	48.779	267.706	47.717	106.784	22.029	131.345	25.210	190.478	41.740
2016-03-12 19-00	280.412	48.551	283.406	49.309	114.630	21.962	140.194	25.652	204.605	42.174
2016-03-12 19-30	290.377	48.145	296.434	50.691	121.302	21.919	144.042	25.915	213.983	42.382
2016-03-12 20-00	294.610	48.008	301.541	50.210	125.683	21.773	144.423	25.920	217.453	42.545
2016-03-12 20-30	293.637	47.633	301.319	49.880	125.786	21.705	141.581	25.696	215.253	41.345
2016-03-12 21-00	289.126	47.280	301.316	49.546	123.949	21.429	140.709	25.717	212.172	38.043
2016-03-12 21-30	282.341	46.889	302.816	49.539	119.240	21.294	140.816	25.800	208.354	34.471
2016-03-12 22-00	270.853	45.636	300.815	50.221	112.188	21.139	136.813	25.744	201.572	31.869
2016-03-12 22-30	255.974	44.744	293.712	51.598	107.153	20.601	130.833	25.195	192.501	31.051
2016-03-12 23-00	238.200	44.075	281.436	52.425	98.144	20.221	118.998	24.429	180.944	31.281
2016-03-12 23-30	219.470	43.920	269.153	52.702	90.198	20.124	109.373	23.560	169.404	30.988
2016-03-13 00-00	202.005	43.889	256.352	52.066	80.450	19.969	99.041	23.084	157.329	29.968
2016-03-13 00-30	188.433	43.083	242.986	51.092	71.988	19.837	91.759	23.043	145.128	28.859
2016-03-13 01-00	177.326	42.581	227.366	48.837	67.592	19.447	85.400	23.157	132.925	28.002
2016-03-13 01-30	167.705	41.756	213.091	47.054	65.663	19.169	80.174	23.420	124.002	27.870
2016-03-13 02-00	159.623	41.708	198.230	45.314	64.457	18.957	76.726	23.343	117.790	27.897
2016-03-13 02-30	153.752	41.770	186.429	45.039	62.129	18.855	73.336	22.922	113.869	27.641
2016-03-13 03-00	150.748	41.604	179.124	45.216	58.771	18.740	72.312	22.562	110.990	27.281
2016-03-13 03-30	149.357	41.142	175.862	45.021	58.223	19.033	71.681	22.549	108.677	27.251
2016-03-13 04-00	148.423	40.693	176.114	44.037	57.230	19.421	72.313	22.674	107.078	27.222
2016-03-13 04-30	147.717	40.411	174.189	43.096	56.514	19.612	73.154	23.195	107.086	27.042
2016-03-13 05-00	147.922	40.556	172.059	43.592	56.711	19.955	74.018	23.446	107.576	27.335
2016-03-13 05-30	149.934	41.035	174.744	45.653	57.813	20.053	76.426	23.599	109.664	27.715
2016-03-13 06-00	154.410	41.211	180.747	46.449	61.277	20.068	78.634	23.020	112.565	27.491
2016-03-13 06-30	160.054	40.558	188.266	45.440	63.347	20.338	85.397	22.946	114.998	27.066
2016-03-13 07-00	168.111	39.794	193.529	42.938	66.267	20.290	93.226	23.819	117.860	25.962
2016-03-13 07-30	177.177	39.084	195.024	41.500	72.046	20.225	101.980	25.371	122.382	25.574
2016-03-13 08-00	188.581	40.169	199.862	41.708	75.398	20.044	108.086	26.277	130.723	25.529
2016-03-13 08-30	200.035	41.978	204.086	42.458	76.855	19.968	110.956	25.892	141.640	27.200
2016-03-13 09-00	210.262	43.362	211.053	42.779	75.066	20.088	112.429	25.056	150.282	31.671
2016-03-13 09-30	216.973	44.316	219.581	43.261	72.936	20.113	113.829	24.582	156.180	36.579
2016-03-13 10-00	222.570	45.332	227.516	44.113	77.216	20.469	113.557	24.639	160.227	40.543
2016-03-13 10-30	226.856	46.091	233.907	45.236	80.705	20.977	114.430	24.796	163.786	41.946
2016-03-13 11-00	228.011	50.902	233.787	46.352	84.998	22.115	114.979	25.065	166.129	42.315
2016-03-13 11-30	227.059	53.332	232.016	46.607	87.778	22.887	114.620	25.122	167.971	42.700
2016-03-13 12-00	226.085	53.303	233.106	46.990	90.971	23.268	114.112	24.812	166.875	42.606
2016-03-13 12-30	226.898	52.012	234.958	47.308	91.850	23.382	111.441	24.365	167.891	42.142
2016-03-13 13-00	229.513	49.010	238.898	47.430	89.648	23.160	113.702	24.135	170.088	41.968
2016-03-13 13-30	228.367	49.276	238.242	47.546	84.599	23.455	116.274	24.941	171.766	41.313
2016-03-13 14-00	225.459	49.754	238.063	48.165	81.264	23.508	119.494	30.902	172.126	40.831

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-13 14-30	222.734	50.250	235.276	48.007	80.724	23.621	118.789	33.829	169.814	39.657
2016-03-13 15-00	223.876	50.602	231.267	47.639	80.914	23.465	116.642	33.673	169.844	39.265
2016-03-13 15-30	222.501	49.882	228.046	46.303	83.059	23.297	114.168	30.122	170.872	39.479
2016-03-13 16-00	221.603	48.174	228.623	45.922	86.142	23.276	114.606	25.339	171.330	39.842
2016-03-13 16-30	223.165	48.011	231.904	46.242	92.126	23.156	113.838	25.276	172.162	40.062
2016-03-13 17-00	229.141	48.381	235.184	45.583	97.545	22.862	115.101	24.546	173.432	39.986
2016-03-13 17-30	240.123	48.336	240.886	44.872	101.069	26.960	119.384	24.160	180.259	40.429
2016-03-13 18-00	251.148	48.133	253.071	45.621	104.192	33.934	126.282	24.264	191.192	41.184
2016-03-13 18-30	267.952	47.855	272.682	47.893	110.774	33.441	137.082	24.749	205.440	41.334
2016-03-13 19-00	288.399	47.789	289.771	49.646	121.446	31.520	144.557	25.187	221.565	41.748
2016-03-13 19-30	305.772	47.439	302.034	50.128	127.692	22.482	151.428	25.302	229.539	41.153
2016-03-13 20-00	313.253	47.168	308.766	48.708	125.801	24.992	154.379	24.803	232.113	41.365
2016-03-13 20-30	309.638	47.316	308.208	48.292	123.958	27.082	153.973	24.113	227.052	39.993
2016-03-13 21-00	300.745	47.918	304.598	47.982	121.711	26.518	148.156	23.304	218.431	36.763
2016-03-13 21-30	288.423	47.608	293.930	47.930	118.835	23.497	138.767	23.025	209.710	33.575
2016-03-13 22-00	271.441	46.735	285.051	47.859	110.570	21.386	128.479	26.168	200.168	33.545
2016-03-13 22-30	252.666	45.666	277.649	48.427	98.016	22.362	119.959	28.253	190.974	34.941
2016-03-13 23-00	233.088	44.598	270.415	49.503	88.797	22.108	112.400	28.206	179.957	34.788
2016-03-13 23-30	214.181	43.684	257.140	50.573	82.765	20.581	104.218	26.193	167.603	32.808
2016-03-14 00-00	197.394	42.691	240.075	51.194	76.779	18.235	95.765	22.955	155.100	29.642
2016-03-14 00-30	182.469	42.334	221.581	49.637	69.812	18.057	86.462	22.928	144.604	29.187
2016-03-14 01-00	170.545	41.711	205.287	47.069	65.667	17.758	81.026	22.617	133.716	28.509
2016-03-14 01-30	161.374	40.813	195.059	44.906	63.580	17.816	75.658	22.298	123.661	27.561
2016-03-14 02-00	153.991	39.812	185.455	43.041	63.490	17.358	73.598	21.823	115.517	26.841
2016-03-14 02-30	149.555	39.218	178.439	42.591	64.804	17.228	70.778	21.263	111.437	26.521
2016-03-14 03-00	148.303	39.530	173.660	41.400	62.177	16.805	68.960	21.104	110.042	26.757
2016-03-14 03-30	148.655	39.698	169.711	40.409	59.629	16.765	67.729	20.899	109.137	26.534
2016-03-14 04-00	151.535	39.642	168.742	39.672	57.758	16.904	68.400	21.055	108.908	26.030
2016-03-14 04-30	156.855	39.325	170.668	39.467	57.611	17.129	71.933	21.137	109.859	25.540
2016-03-14 05-00	165.008	39.230	176.212	39.742	61.576	17.698	77.795	21.210	113.589	25.122
2016-03-14 05-30	175.148	39.263	184.705	40.315	65.776	18.327	85.224	21.291	118.690	25.257
2016-03-14 06-00	185.393	39.289	193.373	40.919	69.959	18.950	92.711	21.372	123.884	25.418
2016-03-14 06-30	195.498	39.124	202.793	41.468	73.123	19.192	100.002	21.494	129.120	25.411
2016-03-14 07-00	200.841	38.676	214.225	42.514	75.490	18.840	104.554	21.598	133.158	25.647
2016-03-14 07-30	201.795	39.233	224.677	43.624	77.678	18.559	107.631	22.297	134.995	26.081
2016-03-14 08-00	201.765	40.480	233.093	44.641	77.467	18.368	107.672	23.025	134.298	26.199
2016-03-14 08-30	201.972	42.326	239.099	45.202	76.797	19.156	105.905	23.816	132.125	27.100
2016-03-14 09-00	201.148	43.752	246.254	45.341	75.131	20.029	103.350	24.579	132.193	30.126
2016-03-14 09-30	200.124	45.384	251.954	46.014	72.370	20.680	100.707	24.963	134.152	35.121
2016-03-14 10-00	195.987	46.272	256.130	46.232	71.217	20.634	99.909	25.637	138.849	39.616
2016-03-14 10-30	194.370	47.023	253.127	46.250	70.248	20.255	99.623	25.743	140.701	40.433
2016-03-14 11-00	193.861	46.968	252.445	45.812	69.974	20.071	100.825	25.175	141.364	38.827
2016-03-14 11-30	193.195	46.507	250.045	46.241	70.488	20.084	100.427	24.711	142.078	37.134
2016-03-14 12-00	192.802	46.495	252.951	47.956	71.664	20.478	102.775	24.334	143.216	37.119
2016-03-14 12-30	193.382	46.536	254.610	48.714	72.600	21.644	103.154	24.491	146.015	37.702
2016-03-14 13-00	192.567	47.094	256.153	48.763	72.995	22.051	103.379	24.945	146.512	38.396
2016-03-14 13-30	191.960	47.549	254.808	47.214	73.795	22.014	101.631	24.726	144.588	38.083
2016-03-14 14-00	192.225	48.969	249.566	45.948	74.526	20.834	99.506	24.676	142.657	37.126
2016-03-14 14-30	195.971	48.970	241.662	44.926	75.976	20.395	98.375	24.485	142.156	36.688
2016-03-14 15-00	201.806	50.105	233.803	44.017	75.268	20.269	101.125	24.518	143.344	36.458
2016-03-14 15-30	205.217	49.824	227.279	43.682	73.884	20.359	105.179	24.801	145.262	37.475
2016-03-14 16-00	206.183	50.318	227.751	43.162	73.266	20.045	109.718	25.229	146.874	38.306
2016-03-14 16-30	208.056	50.442	237.270	42.928	76.425	20.263	110.898	28.171	148.315	38.684
2016-03-14 17-00	213.556	49.169	250.970	41.866	81.651	20.541	111.340	32.426	152.081	38.733
2016-03-14 17-30	223.536	48.221	263.975	41.433	89.560	21.092	113.830	31.267	156.531	38.535
2016-03-14 18-00	236.462	47.508	276.917	42.658	97.382	21.113	118.650	29.362	165.630	38.749

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-14 18-30	258.020	47.635	294.426	45.767	104.479	20.840	129.726	23.936	180.929	39.189
2016-03-14 19-00	282.402	49.071	312.191	48.412	111.222	20.652	138.915	24.097	201.773	40.310
2016-03-14 19-30	298.252	49.054	322.735	49.808	115.820	20.141	148.661	24.967	221.475	40.889
2016-03-14 20-00	302.903	48.619	322.791	48.926	118.042	19.927	153.165	24.981	234.161	41.370
2016-03-14 20-30	300.089	47.578	316.832	47.631	119.551	19.869	153.069	24.346	238.633	40.805
2016-03-14 21-00	297.338	47.181	315.739	46.828	118.318	19.968	152.184	24.185	237.047	38.635
2016-03-14 21-30	291.355	47.514	310.835	46.823	116.361	20.010	146.512	24.017	228.032	35.665
2016-03-14 22-00	279.980	47.440	302.255	47.196	110.558	19.685	139.613	23.722	213.815	32.672
2016-03-14 22-30	261.114	46.250	288.603	47.706	102.149	18.924	129.859	22.825	197.005	31.246
2016-03-14 23-00	241.584	44.770	274.769	47.975	93.521	18.146	119.870	22.270	183.332	30.997
2016-03-14 23-30	222.304	43.822	261.508	48.455	86.191	18.019	109.583	22.402	173.600	31.142
2016-03-15 00-00	204.195	43.442	246.887	48.836	80.071	18.373	101.004	22.708	165.053	30.522
2016-03-15 00-30	189.449	43.283	229.717	48.460	75.206	19.007	93.173	23.146	157.763	29.839
2016-03-15 01-00	176.579	42.988	211.806	46.399	70.206	19.469	88.840	22.829	147.410	29.033
2016-03-15 01-30	166.294	42.373	198.194	43.808	66.216	19.179	85.288	22.263	138.618	28.599
2016-03-15 02-00	159.079	41.680	187.525	41.363	62.631	18.457	83.094	21.438	130.386	28.216
2016-03-15 02-30	155.423	41.184	182.313	40.168	60.826	18.099	81.567	20.977	126.273	27.855
2016-03-15 03-00	153.805	40.823	177.281	39.586	59.772	17.920	81.046	20.881	125.207	27.698
2016-03-15 03-30	152.725	40.459	173.538	39.753	59.645	17.807	81.513	21.012	124.176	27.492
2016-03-15 04-00	151.637	40.299	170.972	40.115	59.413	17.387	81.577	21.238	122.708	27.193
2016-03-15 04-30	152.933	40.500	171.178	40.115	59.114	17.128	82.209	21.372	121.313	26.840
2016-03-15 05-00	156.942	40.616	175.663	41.710	59.442	17.114	82.850	21.488	121.243	26.774
2016-03-15 05-30	167.001	41.156	186.594	43.721	61.018	17.130	85.807	21.754	125.653	27.209
2016-03-15 06-00	181.801	40.608	203.751	44.808	66.214	16.901	90.408	21.473	134.864	26.699
2016-03-15 06-30	196.133	39.977	220.356	44.912	71.899	16.603	98.808	21.287	145.294	26.124
2016-03-15 07-00	203.398	38.992	231.114	42.631	78.956	16.687	108.325	20.914	150.989	24.557
2016-03-15 07-30	198.707	37.966	237.131	41.197	81.767	16.979	113.121	21.257	152.205	24.390
2016-03-15 08-00	194.505	38.384	244.593	40.778	82.259	17.287	112.389	21.666	152.710	24.973
2016-03-15 08-30	196.028	39.887	257.420	40.850	82.169	17.884	105.294	21.636	155.607	27.150
2016-03-15 09-00	204.380	41.438	267.190	40.785	84.133	18.101	101.777	21.292	159.172	31.080
2016-03-15 09-30	210.350	43.705	271.441	40.656	84.595	18.578	100.128	21.126	160.520	34.715
2016-03-15 10-00	210.396	44.632	271.563	40.319	83.611	18.893	102.214	21.728	159.900	37.231
2016-03-15 10-30	211.943	45.493	271.381	41.541	81.660	19.107	101.735	22.224	157.888	37.011
2016-03-15 11-00	215.650	45.840	273.725	42.465	82.065	19.025	102.355	22.417	158.236	36.410
2016-03-15 11-30	220.665	45.795	271.613	43.454	82.234	18.562	101.456	22.174	159.656	36.328
2016-03-15 12-00	221.242	45.931	268.278	43.817	82.365	18.488	102.832	22.525	163.588	37.449
2016-03-15 12-30	220.673	46.653	266.046	44.034	80.717	18.752	103.897	22.537	165.492	38.281
2016-03-15 13-00	217.900	47.406	266.756	43.501	79.293	18.957	104.240	22.448	165.545	38.707
2016-03-15 13-30	216.026	47.513	269.380	42.616	78.636	19.061	104.478	21.812	163.628	38.255
2016-03-15 14-00	216.485	47.599	269.934	42.181	77.622	19.237	101.388	20.999	162.005	38.317
2016-03-15 14-30	220.268	47.275	269.834	42.266	78.621	19.666	101.633	20.981	162.673	38.402
2016-03-15 15-00	225.831	47.289	270.255	42.901	80.038	19.976	99.606	20.955	161.781	38.913
2016-03-15 15-30	228.745	47.459	272.357	42.520	82.179	20.089	101.682	21.096	163.049	39.593
2016-03-15 16-00	229.621	47.324	274.214	42.356	85.192	20.375	105.987	22.044	162.621	39.899
2016-03-15 16-30	232.633	47.848	276.150	41.759	89.508	20.362	110.688	22.441	166.502	39.660
2016-03-15 17-00	238.903	48.595	277.973	41.298	91.366	20.120	115.892	23.047	172.109	38.744
2016-03-15 17-30	248.101	48.648	279.956	42.422	94.101	22.917	117.467	23.011	178.158	36.991
2016-03-15 18-00	261.537	48.998	284.557	52.193	98.710	28.156	121.060	22.519	188.062	36.221
2016-03-15 18-30	279.846	49.472	294.538	60.163	107.901	27.937	127.052	22.230	201.891	36.814
2016-03-15 19-00	297.199	49.707	308.321	72.465	117.312	27.078	136.599	21.905	219.436	37.519
2016-03-15 19-30	311.453	49.847	322.978	69.053	124.358	22.503	144.721	22.116	233.570	38.516
2016-03-15 20-00	318.517	49.219	329.722	62.071	126.875	21.936	150.560	22.748	237.854	38.067
2016-03-15 20-30	321.957	48.971	330.696	53.117	127.986	22.363	151.349	23.277	237.247	37.585
2016-03-15 21-00	320.353	49.036	327.644	49.113	127.740	20.736	149.237	27.198	231.774	35.938
2016-03-15 21-30	309.506	48.564	321.372	56.656	123.813	19.463	145.848	32.740	224.646	34.001
2016-03-15 22-00	290.645	47.689	311.575	58.472	118.722	19.125	139.078	32.895	213.306	31.615

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-15 22-30	266.803	46.502	296.424	58.809	109.057	18.971	131.695	31.628	200.538	30.040
2016-03-15 23-00	243.974	45.301	280.827	53.249	100.961	18.584	120.081	24.543	188.095	29.158
2016-03-15 23-30	224.054	44.006	263.839	49.463	92.258	18.093	108.518	23.180	175.523	28.838
2016-03-16 00-00	207.703	42.595	248.441	49.061	83.004	16.866	97.124	22.688	164.916	28.344
2016-03-16 00-30	194.088	40.969	233.093	47.854	75.475	16.076	89.034	22.426	154.770	27.911
2016-03-16 01-00	182.810	39.356	218.505	45.488	69.234	15.976	84.646	22.302	144.813	27.112
2016-03-16 01-30	173.966	37.925	207.396	42.893	66.403	16.172	84.140	22.019	136.394	26.379
2016-03-16 02-00	167.765	37.606	196.735	40.501	66.054	16.455	83.329	21.317	128.921	25.599
2016-03-16 02-30	164.048	38.278	192.487	39.255	65.594	16.254	81.040	20.511	125.169	25.023
2016-03-16 03-00	161.849	39.300	190.038	38.918	65.154	16.176	77.640	19.759	123.806	24.713
2016-03-16 03-30	159.719	39.262	189.511	39.250	64.115	16.221	74.912	19.842	122.954	25.115
2016-03-16 04-00	157.516	38.210	189.870	39.864	63.779	16.538	76.024	20.153	122.582	25.188
2016-03-16 04-30	158.323	37.458	188.778	39.509	63.855	16.940	77.229	20.516	123.448	25.451
2016-03-16 05-00	162.747	37.135	191.604	40.638	64.220	16.476	80.463	20.418	124.864	25.286
2016-03-16 05-30	175.786	37.625	199.734	42.289	64.042	15.784	86.028	20.639	130.244	25.737
2016-03-16 06-00	191.465	37.667	212.930	43.571	66.872	15.315	94.357	21.271	137.067	25.027
2016-03-16 06-30	206.175	37.364	228.769	42.638	71.827	15.360	103.787	21.867	144.825	24.723
2016-03-16 07-00	212.206	37.119	241.313	40.776	77.899	16.194	106.448	21.825	150.899	23.940
2016-03-16 07-30	211.475	37.345	248.452	39.760	81.360	17.268	105.504	21.197	154.365	24.269
2016-03-16 08-00	209.174	38.258	254.442	40.416	82.061	18.660	103.738	20.938	157.020	24.922
2016-03-16 08-30	211.664	40.436	261.468	41.682	81.427	19.541	104.223	21.557	160.451	26.578
2016-03-16 09-00	216.383	42.794	272.350	41.643	81.574	19.678	107.135	22.337	164.080	29.634
2016-03-16 09-30	219.380	44.424	280.232	41.696	80.822	18.948	106.446	22.587	166.187	32.146
2016-03-16 10-00	218.624	44.113	284.347	41.801	79.336	18.636	105.838	22.913	164.841	33.790
2016-03-16 10-30	213.874	42.990	279.840	42.130	77.612	18.674	103.808	22.845	162.819	34.370
2016-03-16 11-00	209.756	42.385	275.050	42.383	76.017	18.977	104.899	22.879	160.271	35.179
2016-03-16 11-30	208.140	42.721	269.920	42.103	77.290	19.403	106.243	22.560	159.981	36.493
2016-03-16 12-00	212.439	43.720	268.005	42.121	78.899	19.726	105.901	22.710	159.411	37.147
2016-03-16 12-30	216.015	44.590	267.897	42.569	83.752	20.210	103.904	23.521	158.203	37.384
2016-03-16 13-00	217.887	44.569	269.011	43.141	88.630	20.406	100.330	23.941	157.882	37.566
2016-03-16 13-30	213.073	44.376	271.358	42.764	89.648	20.236	98.579	23.861	157.681	37.633
2016-03-16 14-00	207.907	44.447	274.797	42.785	87.268	20.020	99.390	23.526	158.962	37.364
2016-03-16 14-30	205.689	44.575	274.905	42.988	82.086	19.573	101.505	23.504	160.505	37.775
2016-03-16 15-00	204.601	44.599	276.061	43.238	80.098	19.946	105.222	23.638	161.979	38.339
2016-03-16 15-30	203.986	43.525	274.089	42.803	81.330	20.660	107.640	22.962	161.382	39.360
2016-03-16 16-00	205.776	43.868	271.295	41.703	82.290	20.961	112.201	22.811	162.737	40.454
2016-03-16 16-30	209.096	45.481	272.592	41.083	83.303	20.844	115.802	23.329	165.336	40.913
2016-03-16 17-00	215.420	46.829	274.460	41.105	82.944	20.385	118.722	24.338	171.480	40.849
2016-03-16 17-30	223.498	47.180	277.735	40.939	84.159	19.848	123.685	24.803	176.381	39.944
2016-03-16 18-00	237.433	46.386	283.273	43.267	89.840	19.334	126.161	24.201	184.193	39.326
2016-03-16 18-30	262.194	47.458	298.501	55.673	100.873	19.017	132.854	23.419	197.878	39.831
2016-03-16 19-00	290.625	49.207	319.014	60.193	112.401	18.715	138.466	22.980	216.802	40.121
2016-03-16 19-30	312.062	50.349	338.787	61.447	120.649	20.297	145.120	22.893	235.884	40.895
2016-03-16 20-00	321.381	50.260	348.518	52.960	122.437	31.213	151.865	22.862	246.037	41.037
2016-03-16 20-30	322.904	49.363	346.584	46.332	122.134	40.163	153.254	23.168	246.849	40.698
2016-03-16 21-00	321.361	48.884	341.429	46.450	120.874	40.906	151.586	23.978	241.505	38.982
2016-03-16 21-30	314.268	48.325	331.795	46.509	118.136	33.050	145.106	24.562	230.639	35.707
2016-03-16 22-00	298.891	47.634	318.762	46.771	112.045	21.180	139.445	25.068	217.624	32.314
2016-03-16 22-30	275.364	46.603	305.102	47.589	102.834	18.031	131.583	24.721	204.688	30.461
2016-03-16 23-00	251.204	45.062	287.841	48.236	93.250	17.610	121.115	23.794	192.113	29.606
2016-03-16 23-30	231.385	43.358	272.794	49.158	85.915	17.338	110.929	23.005	180.590	29.638
2016-03-17 00-00	216.652	41.805	259.378	49.680	81.884	16.924	99.776	22.295	167.658	29.084
2016-03-17 00-30	205.034	41.038	246.603	49.106	78.467	16.595	92.663	21.878	154.481	28.354
2016-03-17 01-00	192.953	40.544	232.750	45.935	73.508	16.330	85.337	21.466	143.465	27.697
2016-03-17 01-30	181.179	39.377	220.000	43.363	67.617	16.023	82.468	20.878	135.619	27.100
2016-03-17 02-00	171.234	38.099	208.630	41.282	63.569	16.055	82.273	20.756	130.651	26.624

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-17 02-30	165.876	37.185	201.774	41.403	62.101	15.960	84.248	21.068	126.570	25.679
2016-03-17 03-00	163.376	37.210	196.421	40.681	62.523	15.674	85.793	21.553	123.749	25.259
2016-03-17 03-30	163.330	37.293	194.358	38.757	63.089	15.159	84.629	21.742	121.282	24.931
2016-03-17 04-00	164.460	37.570	195.913	37.917	63.348	14.802	84.266	21.928	119.464	24.871
2016-03-17 04-30	165.978	36.925	197.852	38.005	64.009	14.882	84.323	21.608	120.202	24.973
2016-03-17 05-00	169.333	36.921	202.521	40.731	63.001	15.112	86.332	21.556	121.904	25.608
2016-03-17 05-30	176.621	37.286	211.821	43.500	62.772	15.397	89.929	21.122	126.320	26.398
2016-03-17 06-00	188.819	38.095	223.554	43.810	66.188	15.803	93.808	20.764	131.298	25.734
2016-03-17 06-30	199.158	38.294	231.566	42.499	72.641	15.810	97.764	20.242	136.503	24.851
2016-03-17 07-00	204.054	37.900	237.204	39.301	78.213	15.907	103.693	20.009	142.412	23.609
2016-03-17 07-30	205.445	37.302	243.116	38.012	81.784	15.934	107.374	20.164	147.783	24.154
2016-03-17 08-00	206.552	37.614	252.940	38.299	80.608	16.496	108.866	20.376	151.797	25.485
2016-03-17 08-30	210.918	38.974	265.675	38.894	81.180	17.504	108.772	20.895	153.911	27.004
2016-03-17 09-00	215.727	41.135	273.920	39.868	82.306	18.331	106.058	20.813	154.961	29.474
2016-03-17 09-30	219.122	43.533	278.520	41.084	84.087	18.583	106.804	21.200	157.742	32.074
2016-03-17 10-00	220.991	45.551	282.841	42.180	85.931	18.824	107.448	21.474	161.225	35.011
2016-03-17 10-30	222.898	46.916	287.600	43.995	87.210	19.048	107.193	22.100	165.706	37.232
2016-03-17 11-00	222.657	47.746	292.224	44.331	86.467	19.452	108.123	22.768	168.833	38.609
2016-03-17 11-30	222.526	48.707	294.649	45.100	86.027	19.828	107.752	23.090	170.883	38.789
2016-03-17 12-00	221.287	48.800	291.777	45.539	84.681	20.276	108.156	22.961	169.060	38.144
2016-03-17 12-30	218.902	49.114	286.281	45.309	84.404	20.572	108.846	22.631	166.938	37.043
2016-03-17 13-00	218.871	49.022	281.852	44.513	83.827	20.794	108.287	22.469	165.900	36.561
2016-03-17 13-30	220.814	48.400	278.988	42.732	82.553	20.584	108.953	22.528	167.067	36.577
2016-03-17 14-00	223.929	47.584	279.882	41.773	81.468	19.954	108.707	22.239	168.595	37.272
2016-03-17 14-30	223.118	46.002	280.555	41.543	79.027	19.260	109.680	22.458	168.644	37.992
2016-03-17 15-00	221.812	45.901	278.368	41.752	79.611	18.584	111.371	22.493	166.084	37.998
2016-03-17 15-30	219.879	46.235	277.147	42.240	82.323	18.198	114.801	22.920	165.330	37.913
2016-03-17 16-00	222.960	47.351	278.149	42.926	88.985	18.190	119.723	23.207	166.559	37.172
2016-03-17 16-30	231.054	48.161	281.857	43.234	93.941	18.144	122.558	23.214	172.387	37.081
2016-03-17 17-00	242.643	48.608	288.239	42.905	96.690	18.482	127.395	23.196	181.834	37.656
2016-03-17 17-30	257.255	48.697	295.027	42.345	100.876	18.730	132.442	23.403	191.093	37.941
2016-03-17 18-00	272.792	48.985	307.829	43.899	108.848	19.041	141.050	23.351	202.883	38.601
2016-03-17 18-30	290.953	49.771	323.170	46.596	116.208	19.086	149.386	23.531	217.683	39.315
2016-03-17 19-00	307.010	49.871	338.230	49.233	123.241	18.770	155.435	23.742	232.333	39.493
2016-03-17 19-30	322.123	50.690	349.520	50.661	128.942	18.831	160.645	23.902	241.222	38.257
2016-03-17 20-00	330.327	50.631	354.463	50.648	133.469	19.065	160.724	24.280	240.436	35.986
2016-03-17 20-30	331.115	49.619	352.640	50.401	136.003	19.507	159.181	24.326	233.449	33.616
2016-03-17 21-00	323.389	48.033	344.988	50.013	130.282	19.142	153.628	24.301	226.147	32.768
2016-03-17 21-30	308.821	46.237	332.427	49.121	125.045	18.548	147.100	24.274	217.019	32.508
2016-03-17 22-00	291.327	45.074	319.052	48.471	120.530	18.225	141.110	24.034	207.763	32.127
2016-03-17 22-30	273.928	44.328	305.306	47.789	116.637	18.390	131.898	23.350	195.247	31.834
2016-03-17 23-00	255.501	42.596	289.249	46.040	111.336	18.387	123.904	22.420	182.233	30.920
2016-03-17 23-30	239.253	41.385	273.357	44.801	104.079	18.084	114.961	21.888	171.199	30.405
2016-03-18 00-00	225.214	41.316	256.069	43.293	97.793	17.332	106.929	21.882	160.178	29.852
2016-03-18 00-30	212.929	41.712	243.073	42.741	90.678	17.288	100.368	22.145	151.069	29.587
2016-03-18 01-00	200.129	41.575	231.764	42.720	81.120	16.922	93.803	21.872	141.475	28.925
2016-03-18 01-30	188.166	40.477	222.837	42.292	74.601	16.750	90.966	21.595	134.549	28.045
2016-03-18 02-00	178.550	39.085	216.766	41.853	70.352	16.454	86.660	23.007	130.176	27.531
2016-03-18 02-30	173.762	38.536	213.703	41.248	69.423	16.021	84.367	23.727	127.377	27.327
2016-03-18 03-00	171.623	38.503	212.846	40.249	71.059	15.856	81.669	23.538	124.259	27.055
2016-03-18 03-30	170.467	38.218	211.961	39.389	69.417	15.719	80.837	22.343	121.832	26.754
2016-03-18 04-00	170.997	38.282	209.577	39.282	69.427	16.049	80.257	20.681	120.353	26.338
2016-03-18 04-30	170.962	37.733	207.875	38.894	67.965	16.351	79.451	20.791	120.616	26.389
2016-03-18 05-00	173.986	37.577	207.496	38.594	67.821	16.665	80.989	20.150	122.476	26.998
2016-03-18 05-30	181.668	37.372	211.477	37.426	71.674	16.537	84.482	19.775	127.136	27.505
2016-03-18 06-00	194.395	37.513	221.146	36.336	76.726	16.315	92.469	19.660	134.202	27.432

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-18 06-30	208.051	37.693	233.362	36.436	81.310	16.084	100.785	20.529	141.931	26.537
2016-03-18 07-00	215.103	37.654	244.569	37.803	84.106	16.447	108.905	21.553	146.714	25.351
2016-03-18 07-30	215.138	37.092	251.458	39.663	84.791	17.252	113.949	22.161	149.299	24.792
2016-03-18 08-00	212.652	37.231	256.103	41.039	85.169	17.806	114.373	22.173	149.568	24.948
2016-03-18 08-30	210.462	38.535	262.028	41.704	85.151	18.164	114.302	22.202	151.968	25.593
2016-03-18 09-00	214.653	40.374	271.419	41.748	83.375	18.051	112.671	22.255	155.690	26.839
2016-03-18 09-30	217.213	42.686	279.838	41.884	82.620	18.288	109.957	22.129	159.253	30.426
2016-03-18 10-00	220.417	45.109	289.065	42.345	81.151	18.795	107.621	21.709	161.501	34.035
2016-03-18 10-30	221.258	46.584	293.842	43.443	80.509	19.349	103.713	20.869	161.260	36.938
2016-03-18 11-00	220.554	47.821	297.253	45.575	79.677	19.512	102.714	20.660	162.291	38.214
2016-03-18 11-30	222.572	48.167	295.077	47.066	78.090	19.114	102.856	20.381	162.719	37.221
2016-03-18 12-00	223.838	47.992	288.338	48.130	77.966	18.915	104.433	20.645	161.222	35.553
2016-03-18 12-30	222.377	47.310	281.335	47.312	78.250	19.127	106.398	21.142	158.698	32.708
2016-03-18 13-00	219.041	46.027	276.959	45.963	80.162	19.524	106.185	21.816	156.284	40.365
2016-03-18 13-30	214.670	45.190	275.863	44.753	81.539	19.543	108.042	22.437	156.093	45.999
2016-03-18 14-00	216.483	45.144	275.491	43.684	81.553	19.035	108.565	22.357	156.257	46.350
2016-03-18 14-30	220.060	45.811	274.588	46.496	80.763	21.062	110.081	21.848	155.953	41.371
2016-03-18 15-00	221.687	46.478	277.050	51.100	80.539	24.583	110.099	21.575	154.665	31.315
2016-03-18 15-30	223.000	46.951	282.086	51.371	81.301	24.513	109.586	21.761	153.317	31.062
2016-03-18 16-00	223.528	47.474	287.691	50.210	83.349	23.562	109.903	22.519	153.968	30.950
2016-03-18 16-30	230.330	47.136	289.850	44.010	84.075	19.391	110.215	23.039	156.639	30.292
2016-03-18 17-00	237.617	46.730	293.157	41.978	88.064	19.187	112.949	23.045	163.186	30.556
2016-03-18 17-30	246.322	45.846	296.886	41.012	94.642	19.742	116.822	22.831	171.030	30.388
2016-03-18 18-00	256.070	45.793	301.716	40.465	103.488	19.997	125.948	22.911	181.738	31.147
2016-03-18 18-30	270.104	46.271	307.289	40.493	111.817	19.709	135.606	23.139	195.152	32.169
2016-03-18 19-00	285.195	46.561	311.732	40.995	117.870	19.272	144.677	23.754	209.490	32.329
2016-03-18 19-30	302.270	47.031	316.618	41.446	123.627	18.720	154.059	23.872	222.315	32.534
2016-03-18 20-00	311.996	47.508	323.315	42.454	128.672	18.331	154.005	24.008	230.456	32.287
2016-03-18 20-30	314.883	47.712	325.044	42.896	131.492	18.151	153.263	23.608	233.980	32.497
2016-03-18 21-00	309.704	47.584	323.307	50.876	131.094	18.241	147.283	23.454	232.109	32.754
2016-03-18 21-30	298.136	46.677	316.315	55.454	126.853	18.408	141.228	23.187	224.581	32.335
2016-03-18 22-00	284.000	46.634	305.056	56.175	120.235	18.721	137.526	23.299	213.764	32.053
2016-03-18 22-30	267.444	46.519	293.140	52.457	112.141	18.580	131.731	23.276	198.981	31.522
2016-03-18 23-00	248.922	45.812	277.068	45.512	103.455	18.270	126.762	23.354	184.536	30.974
2016-03-18 23-30	230.085	44.859	258.983	45.081	95.240	17.807	117.866	23.661	170.052	30.034
2016-03-19 00-00	211.982	43.531	241.593	44.368	85.475	17.249	107.485	23.596	158.159	29.240
2016-03-19 00-30	196.115	42.844	226.539	43.247	77.141	16.840	96.960	23.057	148.839	28.370
2016-03-19 01-00	182.251	41.712	214.537	42.265	71.526	16.305	87.995	22.231	140.640	27.932
2016-03-19 01-30	172.709	40.985	204.906	41.871	68.232	16.005	85.265	21.758	133.726	27.865
2016-03-19 02-00	165.693	40.195	196.761	41.973	67.709	16.084	82.470	21.737	127.898	27.695
2016-03-19 02-30	162.279	39.957	190.434	42.287	67.914	16.200	83.321	21.664	123.798	27.449
2016-03-19 03-00	160.032	39.515	184.985	42.021	68.009	16.215	82.516	21.461	121.115	27.230
2016-03-19 03-30	158.752	39.021	181.711	41.800	67.598	16.320	81.954	21.347	119.272	26.977
2016-03-19 04-00	159.128	38.837	178.984	41.437	67.039	16.158	80.877	21.348	118.532	27.117
2016-03-19 04-30	159.060	38.639	178.079	41.121	66.236	15.937	79.833	21.203	118.031	26.815
2016-03-19 05-00	159.666	39.282	180.461	40.860	66.596	16.018	81.610	20.754	118.615	27.000
2016-03-19 05-30	160.009	39.422	185.974	40.579	66.892	16.130	83.156	20.409	120.012	27.499
2016-03-19 06-00	163.296	39.006	194.296	40.444	68.991	16.473	87.406	20.465	122.748	27.392
2016-03-19 06-30	171.512	38.515	204.320	41.222	72.731	16.836	92.530	20.911	127.738	26.831
2016-03-19 07-00	181.530	38.571	214.613	42.250	76.488	16.600	96.862	21.460	132.614	25.900
2016-03-19 07-30	193.392	39.395	224.529	43.556	78.808	16.830	103.409	22.364	139.235	25.873
2016-03-19 08-00	203.322	41.035	233.811	44.633	82.458	17.499	108.209	22.842	145.424	26.574
2016-03-19 08-30	213.691	42.912	241.630	44.402	85.854	18.346	116.121	23.982	152.479	27.615
2016-03-19 09-00	224.438	45.802	255.174	43.785	89.203	19.424	120.743	25.204	158.293	28.325
2016-03-19 09-30	236.739	49.209	267.227	43.024	91.148	20.202	120.977	26.335	164.077	29.117
2016-03-19 10-00	244.416	51.740	278.144	44.347	90.042	20.890	118.411	26.514	169.243	30.484

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-19 10-30	245.282	53.769	282.466	46.480	89.488	21.249	115.499	25.649	171.333	31.438
2016-03-19 11-00	238.540	53.881	281.949	48.803	88.231	21.306	115.948	25.081	169.509	32.192
2016-03-19 11-30	229.109	53.332	280.038	49.394	88.239	21.626	116.381	25.451	164.592	32.037
2016-03-19 12-00	222.661	51.992	271.976	48.919	88.064	22.483	117.893	26.588	161.396	32.112
2016-03-19 12-30	224.403	52.325	264.441	47.960	87.246	23.232	117.958	28.098	161.463	32.778
2016-03-19 13-00	230.393	54.330	257.415	47.054	86.482	23.998	117.175	29.152	165.508	33.969
2016-03-19 13-30	241.469	59.360	256.092	45.752	86.722	24.159	116.640	29.425	169.529	34.528
2016-03-19 14-00	243.720	60.436	256.765	44.974	87.491	23.909	115.472	28.820	171.590	34.056
2016-03-19 14-30	242.135	59.335	259.888	45.156	87.282	23.231	117.724	28.208	171.526	33.164
2016-03-19 15-00	238.993	55.526	260.203	45.146	88.590	23.023	119.228	27.704	170.963	32.072
2016-03-19 15-30	239.143	52.739	259.441	44.894	91.570	23.043	121.137	27.694	170.640	31.812
2016-03-19 16-00	243.413	52.109	260.247	44.299	96.508	23.807	124.942	27.363	171.702	31.322
2016-03-19 16-30	246.655	51.688	258.156	43.607	98.934	23.688	127.738	26.888	172.934	31.129
2016-03-19 17-00	247.412	52.004	261.208	43.350	101.605	23.179	130.129	26.739	175.654	31.234
2016-03-19 17-30	251.642	50.898	267.222	43.617	105.452	22.657	132.954	26.582	181.876	31.598
2016-03-19 18-00	258.015	49.396	277.927	44.007	111.304	22.120	137.140	26.259	188.884	32.118
2016-03-19 18-30	270.902	47.658	292.806	44.994	120.189	22.031	142.294	25.552	200.088	33.529
2016-03-19 19-00	282.507	46.655	303.155	45.172	128.076	21.822	150.949	25.121	209.839	34.221
2016-03-19 19-30	289.157	46.809	308.691	44.120	133.785	21.483	154.357	25.262	218.646	35.066
2016-03-19 20-00	294.488	46.844	306.839	43.091	137.489	23.446	156.431	25.510	222.694	34.757
2016-03-19 20-30	297.790	47.015	301.813	42.671	134.836	24.505	153.643	25.744	223.833	34.782
2016-03-19 21-00	299.255	47.367	295.435	43.024	130.335	24.279	148.312	25.297	220.629	34.851
2016-03-19 21-30	295.184	47.603	289.165	43.870	124.565	22.748	144.213	25.042	214.412	34.883
2016-03-19 22-00	283.363	47.305	283.547	44.359	118.203	20.078	135.971	24.917	206.207	34.436
2016-03-19 22-30	267.222	46.447	272.627	44.381	114.070	19.753	128.437	24.852	196.380	33.766
2016-03-19 23-00	250.132	45.342	258.953	43.780	109.402	19.326	119.458	24.665	187.188	33.329
2016-03-19 23-30	232.391	44.243	243.756	43.094	104.538	18.896	111.860	24.015	176.961	32.859
2016-03-20 00-00	218.589	44.520	232.152	43.368	98.185	18.749	105.449	23.583	168.802	33.157
2016-03-20 00-30	209.978	47.147	226.548	45.672	93.054	19.089	99.637	23.840	163.562	34.531
2016-03-20 01-00	206.249	52.085	226.064	49.371	88.894	20.044	96.448	24.849	160.942	36.903
2016-03-20 01-30	206.228	58.560	227.884	54.127	89.350	21.582	94.505	26.142	159.941	40.185
2016-03-20 02-00	202.270	62.148	228.401	57.493	90.018	22.956	92.532	27.372	156.330	41.775
2016-03-20 02-30	191.570	59.881	224.875	56.510	87.579	23.103	88.835	27.669	147.617	40.034
2016-03-20 03-00	177.456	53.755	218.557	52.947	82.078	22.033	84.903	26.723	137.645	36.074
2016-03-20 03-30	165.671	46.778	209.814	47.909	75.745	20.189	83.066	25.444	127.458	31.389
2016-03-20 04-00	162.270	43.460	202.975	45.166	71.710	18.682	82.237	24.159	122.066	28.711
2016-03-20 04-30	163.150	42.363	200.070	44.230	68.815	17.933	84.582	24.103	119.876	27.784
2016-03-20 05-00	163.784	41.621	201.578	44.019	67.528	17.132	85.566	23.944	119.449	27.552
2016-03-20 05-30	164.310	40.567	204.025	43.774	66.615	16.673	85.275	23.294	122.514	27.555
2016-03-20 06-00	165.275	39.379	206.529	44.284	67.542	16.701	86.162	22.515	126.071	26.926
2016-03-20 06-30	170.907	38.830	205.591	44.276	72.131	16.992	86.987	21.687	130.584	26.096
2016-03-20 07-00	179.190	38.687	207.725	43.830	75.938	17.506	93.475	22.217	136.154	25.447
2016-03-20 07-30	189.160	39.210	214.452	43.134	80.760	17.787	102.601	23.131	143.614	25.710
2016-03-20 08-00	199.947	40.135	225.533	42.615	84.806	18.332	112.377	23.897	153.280	26.328
2016-03-20 08-30	213.999	41.664	237.502	43.876	88.299	19.660	118.985	24.080	160.982	27.315
2016-03-20 09-00	229.151	44.576	249.294	45.374	92.757	20.718	123.217	23.884	169.658	28.648
2016-03-20 09-30	242.498	47.536	258.278	46.272	95.602	21.727	123.981	23.880	173.071	29.751
2016-03-20 10-00	248.988	49.809	268.680	47.088	96.615	21.810	125.804	24.445	175.476	30.458
2016-03-20 10-30	253.301	51.269	273.603	47.488	97.700	21.675	125.368	25.420	177.462	30.674
2016-03-20 11-00	254.207	51.925	274.403	47.709	97.945	21.397	123.544	26.343	176.443	30.731
2016-03-20 11-30	256.509	53.744	271.524	47.888	99.642	22.322	122.366	26.496	177.869	31.131
2016-03-20 12-00	256.911	54.927	269.416	47.871	100.456	23.263	121.097	26.312	179.047	33.220
2016-03-20 12-30	256.382	55.457	271.817	48.177	99.960	23.723	123.322	26.143	181.335	35.013
2016-03-20 13-00	259.921	55.665	271.454	48.218	100.741	23.486	125.008	26.753	188.716	36.890
2016-03-20 13-30	264.849	54.914	269.882	47.668	100.624	23.097	126.714	27.191	191.273	37.370
2016-03-20 14-00	265.747	54.008	267.522	47.699	99.030	23.079	126.614	27.137	194.061	36.329

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-20 14-30	263.466	53.091	266.481	48.115	97.801	22.884	124.615	26.474	193.236	35.546
2016-03-20 15-00	257.864	51.895	270.469	48.791	94.903	22.273	122.995	25.602	192.040	34.961
2016-03-20 15-30	253.353	51.704	270.424	48.509	94.706	21.502	121.568	25.260	187.870	34.569
2016-03-20 16-00	252.552	51.491	268.482	46.936	95.468	21.430	121.697	25.085	183.475	34.063
2016-03-20 16-30	253.140	50.896	265.253	45.392	98.747	21.395	122.317	24.927	181.017	33.073
2016-03-20 17-00	254.846	49.959	263.418	44.544	101.986	21.313	122.957	24.513	182.509	31.643
2016-03-20 17-30	257.852	48.999	265.304	45.049	104.044	21.211	125.272	24.136	185.590	30.697
2016-03-20 18-00	266.318	48.267	271.517	45.131	105.634	20.945	129.070	24.116	193.119	30.422
2016-03-20 18-30	278.543	47.976	284.365	44.858	109.994	20.736	137.610	24.078	204.122	30.948
2016-03-20 19-00	297.663	48.145	300.073	43.951	117.049	20.535	145.579	23.602	220.099	32.051
2016-03-20 19-30	313.651	48.618	317.577	43.720	124.789	21.954	153.272	23.588	234.918	33.393
2016-03-20 20-00	325.375	49.373	328.913	43.896	130.783	25.064	156.383	24.070	242.098	33.862
2016-03-20 20-30	331.220	49.749	330.732	43.931	132.988	25.067	157.126	25.037	243.105	33.894
2016-03-20 21-00	328.921	49.461	324.387	43.761	132.037	24.233	154.471	25.326	235.720	33.277
2016-03-20 21-30	316.752	48.661	310.521	43.712	128.672	20.073	149.744	25.244	223.308	32.285
2016-03-20 22-00	298.409	47.272	294.523	43.566	122.536	18.703	140.422	24.592	208.821	31.337
2016-03-20 22-30	276.413	45.697	279.247	43.643	115.579	18.075	129.748	24.170	194.708	30.266
2016-03-20 23-00	255.889	44.374	264.090	43.096	106.765	17.460	119.703	23.696	182.541	29.604
2016-03-20 23-30	237.456	43.615	250.630	43.149	98.548	17.185	111.229	23.294	172.579	29.429
2016-03-21 00-00	220.478	43.214	238.843	42.493	91.548	16.960	105.910	22.893	162.727	29.829
2016-03-21 00-30	207.569	42.646	226.063	42.163	85.560	17.009	99.103	22.434	151.975	29.877
2016-03-21 01-00	196.301	41.797	215.515	42.080	80.787	16.982	93.768	21.954	141.473	29.220
2016-03-21 01-30	187.058	40.689	205.490	42.231	76.852	17.136	89.639	21.451	132.341	27.862
2016-03-21 02-00	178.851	39.241	199.002	42.487	74.676	17.384	86.129	20.934	127.086	26.986
2016-03-21 02-30	171.436	38.355	194.957	42.309	72.072	17.374	83.980	20.685	124.736	26.758
2016-03-21 03-00	166.878	38.031	191.875	41.504	70.611	17.324	80.690	20.703	123.858	27.008
2016-03-21 03-30	164.430	38.376	190.147	40.709	69.784	16.896	78.644	20.764	121.786	26.673
2016-03-21 04-00	166.408	38.926	188.564	40.132	70.021	16.676	77.441	20.519	120.108	25.868
2016-03-21 04-30	170.178	38.971	187.503	39.711	70.387	16.550	77.234	20.168	118.714	25.388
2016-03-21 05-00	174.769	38.875	189.735	39.743	70.879	16.328	78.705	19.707	119.638	25.595
2016-03-21 05-30	184.582	38.583	195.239	38.820	72.853	16.048	82.237	19.515	123.624	25.699
2016-03-21 06-00	198.207	38.373	207.167	37.926	77.965	15.701	89.195	19.663	129.955	25.064
2016-03-21 06-30	212.105	38.133	220.828	38.124	85.117	15.714	98.674	20.047	139.295	24.486
2016-03-21 07-00	219.305	37.604	233.785	39.553	91.342	16.008	108.114	21.041	148.998	24.649
2016-03-21 07-30	221.173	38.350	242.994	41.633	94.837	16.753	112.763	22.171	155.118	25.806
2016-03-21 08-00	221.921	39.751	250.202	42.566	95.465	17.292	111.474	23.280	158.785	26.381
2016-03-21 08-30	225.055	41.888	256.826	43.331	95.429	17.789	108.841	23.765	160.128	26.346
2016-03-21 09-00	228.577	44.648	264.021	43.578	93.230	18.334	106.442	23.703	161.624	26.059
2016-03-21 09-30	229.659	46.173	272.396	44.662	92.170	19.204	107.044	23.567	161.937	26.488
2016-03-21 10-00	229.486	48.108	279.014	45.604	89.984	20.329	107.980	23.643	162.060	28.380
2016-03-21 10-30	226.275	48.870	282.916	46.289	88.283	20.644	108.247	23.846	162.650	30.012
2016-03-21 11-00	222.370	48.135	283.452	46.738	88.644	21.124	109.683	24.168	163.663	31.209
2016-03-21 11-30	218.157	47.334	279.183	47.001	88.253	20.807	107.256	24.787	163.306	31.171
2016-03-21 12-00	217.536	45.606	277.806	47.386	87.455	20.772	104.335	25.258	162.527	30.163
2016-03-21 12-30	219.854	45.513	274.638	48.213	86.364	20.473	102.142	25.444	164.024	29.746
2016-03-21 13-00	222.531	45.468	269.915	47.810	84.875	19.890	100.803	24.728	163.887	28.863
2016-03-21 13-30	222.856	45.748	262.192	47.793	83.844	19.662	100.982	23.509	163.260	29.740
2016-03-21 14-00	221.195	45.513	256.568	51.011	82.219	19.240	101.203	22.963	159.502	37.654
2016-03-21 14-30	219.298	45.347	255.795	50.312	80.725	19.335	100.328	22.838	157.635	39.025
2016-03-21 15-00	219.128	46.107	259.167	49.890	78.860	19.655	101.764	23.234	155.096	39.195
2016-03-21 15-30	220.242	47.406	261.710	46.187	80.330	19.931	104.424	23.058	153.455	32.603
2016-03-21 16-00	225.948	49.649	261.167	43.845	80.094	20.259	106.304	22.715	152.351	28.724
2016-03-21 16-30	231.065	50.516	261.190	43.699	80.325	20.143	109.491	22.751	154.437	29.054
2016-03-21 17-00	238.408	50.238	260.145	42.606	82.395	20.178	112.051	22.962	159.048	29.449
2016-03-21 17-30	245.045	48.675	262.050	42.093	87.279	20.047	116.124	23.143	164.122	30.070
2016-03-21 18-00	256.480	48.742	270.326	43.821	94.943	19.919	124.966	22.968	171.281	31.048

Время	ТП8		ТП7		ТП5		ТП3		ТП2	
	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар	Р, кВт	Q, квар
2016-03-21 18-30	274.390	49.007	288.747	46.378	105.079	20.096	134.244	23.012	182.282	32.444
2016-03-21 19-00	293.859	49.507	309.078	49.692	113.356	20.003	144.261	23.342	198.335	33.262
2016-03-21 19-30	313.803	49.604	323.201	58.246	120.890	19.800	151.937	23.826	212.583	33.489
2016-03-21 20-00	323.850	49.092	328.652	58.831	125.167	19.391	154.871	24.256	221.459	32.939
2016-03-21 20-30	328.132	49.731	327.680	58.991	126.650	19.035	156.179	24.821	222.626	32.277
2016-03-21 21-00	319.558	49.719	324.293	52.671	125.509	18.866	152.819	25.016	220.846	31.816
2016-03-21 21-30	306.568	49.306	315.948	48.706	121.951	18.600	148.791	25.095	217.760	31.950
2016-03-21 22-00	288.443	48.699	304.639	48.992	114.238	18.267	141.191	25.063	210.954	31.714
2016-03-21 22-30	269.058	47.172	290.879	49.167	105.330	18.005	129.380	24.901	201.242	31.531
2016-03-21 23-00	250.416	45.805	277.918	49.035	96.968	17.876	116.438	24.698	187.184	30.477
2016-03-21 23-30	231.642	44.615	264.098	48.660	90.020	18.052	103.750	24.319	171.969	29.608

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы студента

по дисциплине
«Основы диспетчерского управления»

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль):

«Цифровые технологии в электроэнергетике»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	4
2 План-график выполнения самостоятельной работы	6
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	6
4 Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	7
5 Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям	14
Список рекомендуемой литературы.....	15

Введение

Самостоятельная работа является внеаудиторной и предназначена для самостоятельного изучения определенных тем дисциплины по материалам, рекомендованным преподавателем, а также в порядке подготовки к лабораторным занятиям.

Цель дисциплины «Основы диспетчерского управления» – формирование согласно ООП ВО профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Для достижения этой цели в процессе изучения дисциплины решаются следующие задачи: ознакомление с основными понятиями и терминами изучаемой дисциплины, которыми будущий специалист будет оперировать в своей практической деятельности; освоение базовых принципов работы с современными программными средствами диспетчерского управления.

1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности. Решение этой задачи вряд ли возможно только путем передачи знаний в готовом виде от преподавателя к студенту. Для решения этой задачи в учебные планы всех специальностей включена самостоятельная работа, составляющая 50% учебного времени студента.

В широком смысле под самостоятельной работой студентов следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов, как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины. Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы по дисциплине «Основы диспетчерского управления» являются:

– для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;

– для закрепления и систематизации знаний: обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др);

– для закрепления навыков – подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам, выполнение дополнительных заданий, выданных преподавателем.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Следует с первых дней обучения в вузе приучать себя к целесообразному распределению занятий по месяцам и неделям семестра. При этом очень важна равномерная работа как основное условие успешных занятий в вузе.

Высшей ступенью обучения является приобретение навыков самостоятельной творческой работы, а творческому применению знаний нужно учиться параллельно с их приобретением.

Задачами самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы диспетчерского управления» являются:

– формирования готовности студентов к поиску, обработке и применению информации для решения профессиональных задач;

– систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

– развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

– формирование самостоятельности мышления, способностей к

саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной деятельности.

2 План-график выполнения самостоятельной работы

Общий объём самостоятельной работы в рамках изучения дисциплины «Основы диспетчерского управления» составляет 54 академических часа.

В структуре самостоятельной работы предусмотрено самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям,

В рамках самостоятельной работы предусмотрена подготовка студента к проведению и защите лабораторных работ. В таблице 2.1 приведен план график выполнения самостоятельной работы.

Таблица 2.1 – План график выполнения самостоятельной работы

Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
Подготовка к лабораторной работе	Ответы на контрольные вопросы	Комплект типовых задач	34	0	34
Самостоятельное изучение литературы	План-конспект	Вопросы для собеседования	20	0	20
Итого за семестр			54	0	54
Итого			54	0	54

3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

Успеваемость студентов по дисциплине оценивается в ходе текущего и промежуточного контроля.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра на лабораторных занятиях.

В начале семестра студенческая группа получает график контрольных мероприятий с указанием форм и сроков их проведения, с указанием баллов за каждое контрольное мероприятие.

Проверка подготовки к лабораторным занятиям проводится в форме

защиты отчетов по данным виду занятия.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, студент может правильно ответить на контрольные вопросы, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижения оценки являются:

- неполное выполнение задания по лабораторной работе;
- некорректность результатов и выводов;
- затруднение в ответах на контрольные вопросы по лабораторной работе.

4 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Большая часть самостоятельной работы студента состоит в изучении литературы. Одна из задач студента – научиться самостоятельно работать с книгой, а это требует определенных затрат энергии и времени. Самостоятельная работа с книгой может быть успешной, если текст не только прочитан, но и законспектирован. Существует несколько форм записей, но любая форма записи не даст нужного результата, если не будет пробуждать мысли того, кто ее ведет, если отсутствует активная работа ума и формирование своих выводов из прочитанного.

Выбор формы записи зависит от индивидуальных особенностей человека, его образованности и опыта. При этом не меньшую роль играет назначение записей, то есть то, какие задачи ставит перед собой человек (для самообразования, для выступления на семинаре, для использования в будущем).

Введение записей мобилизует наряду со зрительной памятью, также и моторную память. Кроме того, у человека, систематически ведущего записи изучаемой литературы, создается свой фонд материалов для быстрого повторения и мобилизации накопленных знаний.

Все записи должны быть убористыми и компактными. Интервалы между строками должны быть достаточными, чтобы вписывать дополнения. Рекомендуется вести записи ручкой, а карандашом или ручкой другого цвета

пользоваться для отметок и выделений при последующей работе. Полезно также датировать записи.

Записи могут носить различный характер: план, выписки, тезисы, аннотирование, конспектирование.

1. План - наиболее краткая формой записи. Это перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. План обычно раскрывает структуру произведения, логику автора, способствует лучшей ориентации в содержании.

Так, составленным планом можно воспользоваться, чтобы вспомнить прочитанное или быстро отыскать в книге нужное место. Представление об основных пунктах плана дает оглавление книги, поэтому во многих случаях наименования глав и разделов можно использовать в качестве пунктов. Составление плана приучает логически мыслить, вырабатывать умение сжато и последовательно излагать суть вопроса в письменной и устной форме.

Существует два способа составления плана: работа над ним по ходу чтения и составление плана после ознакомления с произведением. При этом план получается более последовательным и стройным.

Трудность составления плана состоит в том, что надо выяснить для себя, прежде всего, построение изучаемого текста, ход мыслей автора и лишь затем изложить содержание работы кратко и ясно. При всей своей краткости план дает представление о содержании прочитанного. Следует учесть, что форма плана не исключает цитирования отдельных мест и обобщений. Различают простой и развернутый план. В отличие от простого плана развернутый план не только содержит перечисление вопросов, но и раскрывает основные идеи произведения, может включать выдержки из него, схемы, таблицы. Планом, особенно развернутым, необходимо пользоваться при написании выступления или статьи.

В целом развернутый план дает гораздо большее представление о произведении, его основных идеях, задачах, которые в нем решаются. Он может включать положения, замечания, собственные мысли студента.

Важно знать, что составление планов помогает вырабатывать способность к отвлеченному, абстрактному мышлению, но наибольшую пользу составление плана даст подготовленным лицам, которые бывают достаточно лишь взглянуть

на перечень основных вопросов, чтобы воспроизвести содержание прочитанного.

2. Тезисы – более сложная и совершенная форма записи, чем составление плана.

Это сжатое изложение основных мыслей прочитанного произведения или подготовляемого вступления. Особенностью тезисов является их утвердительный характер.

В них сосредотачивается самое главное, только выводы и обобщения, в них меньше доказательств, иллюстрации и пояснений. Тезисы не должны повторять дословно текст, но в ряде мест могут быть близки к нему, воспроизводя некоторые характерные выражения автора, важные для понимания хода его мыслей. Составление тезисов помогает глубже понять основные идеи произведения, выделить главное в нем; приучают сжато, точно и четко сформулировать свои мысли, повышает культуру речи и письма. При составлении тезисов учитывают следующее. Прежде всего, если произведение небольшое, необходимо внимательно изучать его в целом, если большое – изучать по главам и разделам. Затем, когда будут ясны основные идеи, кратко и последовательно излагать их в виде пунктов.

Различают простые и сложные, развернутые тезисы. Если записывают только утверждение чего – либо, такой тезис называют простым, а сложным тезисом будет выражение главной мысли, содержащее, кроме утверждения, еще и краткое ее доказательство.

Часто тезисы формулируются самим автором как выводы и обобщения в заключении книги или разделах книги. Нередко тезисы выделяются в тексте другим шрифтом.

Рекомендуется делать тезисные записи своими словами, причем можно записывать один абзац за другим, учитывая смысловую связь между ними. Но в большинстве случаев следует составлять сводный тезис, сложный по форме. При этом объединяется несколько утверждений, тесно связанных между собой.

Тезисы по содержанию очень близки к **конспекту**, но конспект носит более описательный характер, и его положения не столь категоричны, как в тезисах. Кроме того, конспект представляет собой более полную форму записи.

Следует отметить, что различие между формами записей условно, но в любой форме запись – важнейшая часть самостоятельной работы с книгой.

3. Выписки. Это записи текста из книги: теоретических положений, статистических данных, имеющих по мнению читателя важное значение.

Достоинство выписок состоит в точности воспроизведения текста книги, удобстве пользования записями при последующей работе, в накоплении обобщений и фактического материала. Выписки полезны для повторения, освежения в памяти прочитанного, для быстрой мобилизации своих знаний, когда необходимо в короткий срок вспомнить материал. Выписки выделяют из текста самое главное и тем самым помогают глубже понять его. Без них трудно обойтись при подготовке доклада, реферата, выступления. Выписки следует рассматривать как составную часть тезисов и конспектов.

Выписывать текст можно и по ходу чтения и после его завершения. В последнем случае надо замечать места, которые потом будут выписаны. Необходимо каждую выписку снабжать ссылкой на источник с указанием соответствующей страницы. Это нужно, чтобы в последствии можно было быстро найти в книге соответствующее место. Целесообразно выписывать из текста только такие места, в которых содержится самое главное, суть вопроса. Выписки должны быть ориентированы на изучение произведения в целом, а не отдельных мест, поскольку положения, вырванные из общего контакта, понимаются нередко совсем не так, как этого хотел автор. Иначе говоря, отдельно взятые, лишенные пояснений выдержки могут быть не поняты или поняты неправильно.

Выписки бывают дословные (цитаты) и «свободные», когда мысли автора излагаются своими словами. Следует учесть, что большие отрывки, которые трудно цитировать, целесообразнее в краткой форме переложить своими словами, но «яркие» и важные места лучше выписывать дословно. Каждую цитату следует заключать в кавычки. Если ее берут из середины предложения, то после вводных кавычек ставят три точки. Ставят их и в конце цитаты, если из предложения опущены последние слова.

Следует знать, что какого-либо единого метода выписок, годного для всех случаев, не существует, поскольку у каждого человека свои особенности

мышления и восприятия, свои подход к теме. Все это влияет на содержание и характер выписок.

Выписки рекомендуется хранить в картотеке, конвертах или папках, на которых следует обозначить общую тему.

4. Аннотация – еще одна форма записи, являющаяся кратким обобщением содержания книги. Ею удобно пользоваться, если имеется намерение вернуться к изучаемому произведению. Аннотация может быть необходима и для того, чтобы не забыть о нем.

Для составления аннотации надо сначала полностью прочитать и глубоко продумать произведение. При всей своей краткости аннотация может содержать отдельные фрагменты авторского текста, а не только оценку книги или статьи.

5. Резюме очень близко к аннотации. Это запись, являющаяся краткой оценкой прочитанного материала. Различие между ними состоит в том, что аннотация сжато характеризует произведение в целом, а резюме концентрирует внимание на его выводах, главных итогах.

6. Конспект – наиболее совершенная и наиболее сложная форма записи. Слово «конспект» происходит от латинского «conspicere», что означает «обзор, изложение». В правильно составленном конспекте обычно выделено самое основное в изучаемом тексте, сосредоточено внимание на наиболее существенном, в кратких и четких формулировках обобщены важные теоретические положения.

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться тексту, прибегая зачастую к прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Конспект книги обычно ведется в тетради. В самом начале конспекта указывается фамилия автора, полное название произведения, издательство, год и место издания. При цитировании обязательная ссылка на страницу книги. Если цитата взята из собрания сочинений, то необходимо указать соответствующий том. Следует помнить, что четкая ссылка на источник –

непременное правило конспектирования. Если конспектируется статья, то указывается, где и когда она была напечатана.

Конспект подразделяется на части в соответствии с заранее продуманным планом. Пункты плана записываются в тексте или на полях конспекта. Писать его рекомендуется четко и разборчиво, так как небрежная запись с течением времени становится малопонятной для ее автора. Существует правило: конспект, составленный для себя, должен быть по возможности написан так, чтобы его легко прочитал и кто-либо другой.

Формы конспекта могут быть разными и зависят от его целевого назначения (изучение материала в целом или под определенным углом зрения, подготовка к докладу, выступлению на занятии и т.д.), а также от характера произведения (монография, статья, документ и т.п.). Если речь идет просто об изложении содержания работы, текст конспекта может быть сплошным, с выделением особо важных положений подчеркиванием или различными значками.

В случае, когда не ограничиваются переложением содержания, а фиксируют в конспекте и свои собственные суждения по данному вопросу или дополняют конспект соответствующими материалами их других источников, следует отводить место для такого рода записей. Рекомендуется разделить страницы тетради пополам по вертикали и в левой части вести конспект произведения, а в правой свои дополнительные записи, совмещая их по содержанию.

Конспектирование в большей мере, чем другие виды записей, помогает вырабатывать навыки правильного изложения в письменной форме важные теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать и ясно излагать своими словами.

Таким образом, составление конспекта требует вдумчивой работы, затраты времени и труда. Зато во время конспектирования приобретаются знания, создается фонд записей.

Конспект может быть текстуальным или тематическим. В текстуальном конспекте сохраняется логика и структура изучаемого произведения, а запись ведется в соответствии с расположением материала в книге. За основу

тематического конспекта берется не план произведения, а содержание какой-либо темы или проблемы.

Текстуальный конспект желательно начинать после того, как вся книга прочитана и продумана, но это, к сожалению, не всегда возможно. В первую очередь необходимо составить план произведения письменно или мысленно, поскольку в соответствии с этим планом строится дальнейшая работа. Конспект включает в себя тезисы, которые составляют его основу. Но, в отличие от тезисов, конспект содержит краткую запись не только выводов, но и доказательств, вплоть до фактического материала. Иначе говоря, конспект – это расширенные тезисы, дополненные рассуждениями и доказательствами, мыслями и соображениями составителя записи.

Как правило, конспект включает в себя и выписки, но в него могут войти отдельные места, цитируемые дословно, а также факты, примеры, цифры, таблицы и схемы, взятые из книги. Следует помнить, что работа над конспектом только тогда будет творческой, когда она не ограничена текстом изучаемого произведения. Нужно дополнять конспект данными из другими источников.

В конспекте необходимо выделять отдельные места текста в зависимости от их значимости. Можно пользоваться различными способами: подчеркиваниями, вопросительными и восклицательными знаками, репликами, краткими оценками, писать на полях своих конспектов слова: «важно», «очень важно», «верно», «характерно».

В конспект могут помещаться диаграммы, схемы, таблицы, которые придадут ему наглядность.

Составлению тематического конспекта предшествует тщательное изучение всей литературы, подобранной для раскрытия данной темы. Бывает, что какая-либо тема рассматривается в нескольких главах или в разных местах книги. А в конспекте весь материал, относящийся к теме, будет сосредоточен в одном месте. В плане конспекта рекомендуется делать пометки, к каким источникам (вплоть до страницы) придется обратиться для раскрытия вопросов. Тематический конспект составляется обычно для того, чтобы глубже изучить определенный вопрос, подготовиться к докладу, лекции или выступлению на семинарском занятии. Такой конспект по содержанию приближается к

реферату, докладу по избранной теме, особенно если включает и собственный вклад в изучение проблемы.

5 Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям

В рамках самостоятельной работы предусмотрена подготовка студента к проведению и защите лабораторных работ. Лабораторные занятия позволяют интегрировать теоретические знания и формировать практические умения и навыки студентов в процессе учебной деятельности.

Цели лабораторных занятий по дисциплине «Основы диспетчерского управления»:

- 1) закрепление теоретического материала путем систематического контроля за самостоятельной работой студентов;
- 2) формирование умений использования теоретических знаний в процессе выполнения лабораторных работ;
- 3) развитие аналитического мышления путем обобщения результатов лабораторных работ;
- 4) формирование навыков оформления результатов лабораторных работ в виде таблиц, графиков, выводов.

На лабораторных занятиях осуществляются следующие формы работ со студентами: индивидуальная (оценка знаний, выполненных тестовых заданий, проверка рабочих тетрадей); групповая (выполнение заданий малыми группами по 2-4 человека); фронтальная (подведение итогов выполнения лабораторных работ, подведение итогов выполнения теста).

Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Кобелев, А.В. Режимы работы электроэнергетических систем / А.В. Кобелев / С.В. Кочергин / Е.А. Печагин : учебное пособие Электронный ресурс : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ ; Тамбов, 2015. – 80 с. – Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. – ISBN 978-5-8265-1411-5

2. Русина, А. Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем : Учебник / Русина А. Г. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 400 с. – Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. – ISBN 978-5-7782-2463-6

3. Филиппова, Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учебник / Т.А. Филиппова, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - 2-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2016. - 359 с. : схем., ил. - Библиогр.: с. 349-350. - ISBN 978-5-7782-2743-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438316>

Дополнительная литература:

4. Идельчик, В. И. Расчеты установившихся режимов электрических сетей энергосистем на ЭВМ : учеб. пособие / В. И. Идельчик. – Новочеркасск : [Новочерк. политех. ин-т], 1982. – 88 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 88

5. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов н/Д : Феникс ; Красноярск : Издательские проекты, 2006. – 720 с. : ил. – (Высшее образование). – Библиогр.: с. 667-671. – ISBN 5-222-08485-X (Феникс). – ISBN 5-98399-023-3 (Издательские проекты)

6. Лыкин, А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : Учебное пособие / Лыкин А. В. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 227 с. – Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. – ISBN 978-5-7782-2262-5

Учебно-методическая литература:

7. Основы диспетчерского управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника. Профиль подготовки " Цифровые технологии в электроэнергетике",. Бакалавриат / сост. Е. Г. Зеленский. - Ставрополь: СКФУ, 2025