

Система мониторинга параметров электроэнергии.

Типовая конфигурация и назначение.

Энерготехническая компания «Джоуль»

Система мониторинга параметров электроэнергии входит в список мер по обеспечению энергетической безопасности и повышению энергоэффективности предприятия. Она осуществляет измерение множества параметров (в том числе, показателей качества) электроэнергии на различных участках электросети, передачу информации по каналам связи, архивирование и хранение измеренных данных. В перечень расширенных функций системы могут входить анализ экономических характеристик производственного процесса на базе собранных данных по удельным показателям энергопотребления, разработка и отслеживание результатов выполнения мероприятий по энергосбережению.

Конфигурация системы

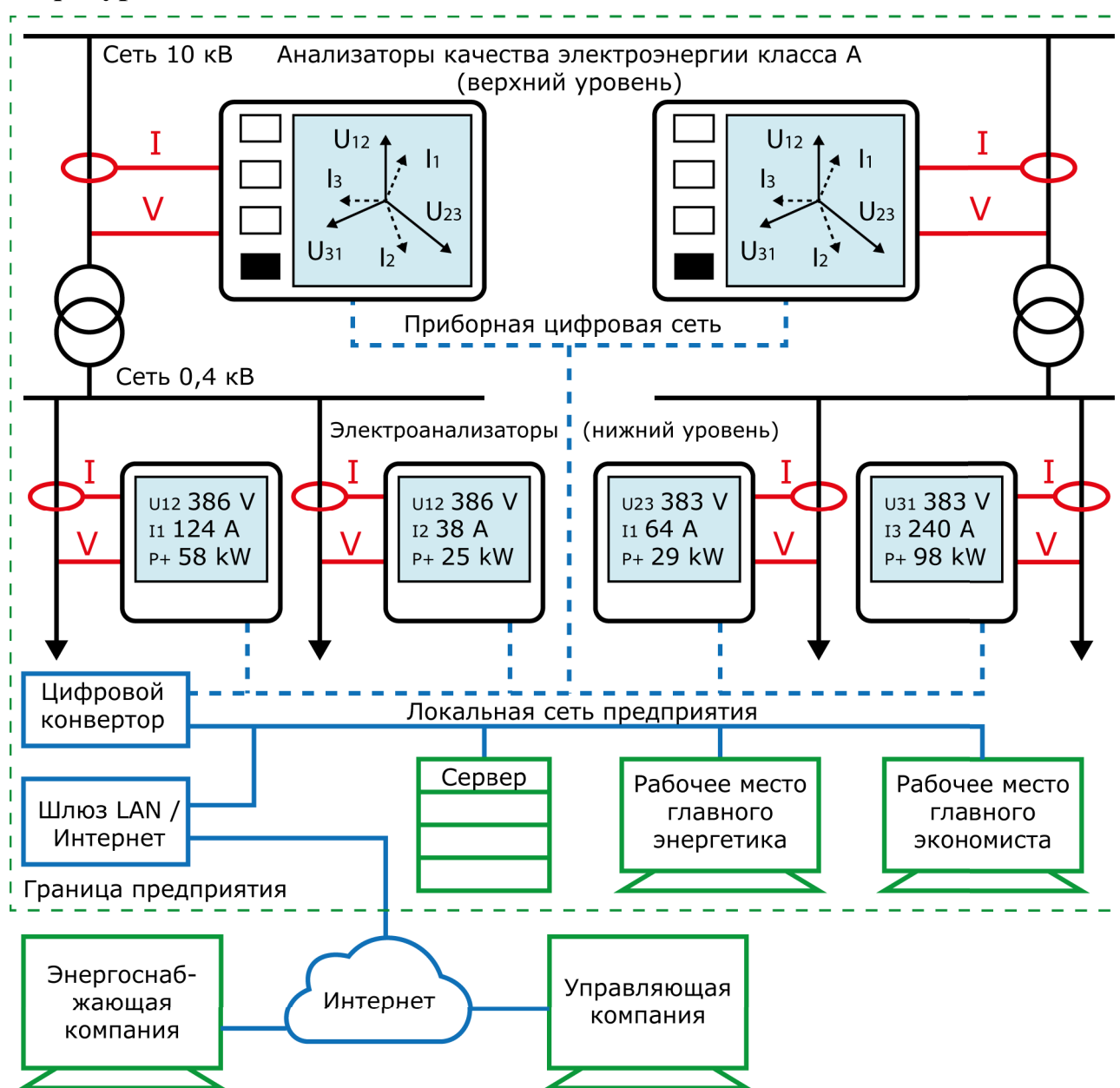


Рис. 1. Типовая конфигурация системы мониторинга электроэнергии

Инструментальная часть системы состоит из многофункциональных приборов, одновременно измеряющих ряд параметров электрической энергии. Каждый прибор, предназначенный для подключения к трёхфазной сети, имеет минимум по 3 канала измерения тока и напряжения. Многие из них также оснащены дополнительными каналами для измерения характеристик нейтрали и защитного заземления.

До сих пор не сложилась чёткая классификация таких приборов, как и нет их единого наименования. Их называют щитовыми мультиметрами, регистраторами электроэнергии, даже многофункциональными электросчётчиками, хотя с последними их путать ни в коем случае нельзя. Учитывая, что такие приборы не только выполняют измерения, но и производят с ними некоторые манипуляции, такие как расчёт различных параметров, их суммирование и усреднение во времени и по каналам, запоминание и передачу данных и т.д., будем называть их анализаторами электроэнергии или просто электроанализаторами.

Развитая система мониторинга электроэнергии (Рис. 1) обычно включает электроанализаторы двух уровней. На отходящих фидерах распределительных устройств, питающих отдельные потребители, устанавливаются приборы нижнего (начального) уровня, оснащённые каналами измерения тока и напряжения, и выполняющие функции расчёта ряда параметров электрической энергии, отображения и передачи полученной информации. Список измеряемых электроанализатором параметров обычно включает:

- напряжения (фазные, междуфазные);
- токи в каждой фазе и нейтрали;
- мощности (активная, реактивная, полная) по каждой фазе и суммарные;
- коэффициенты мощности и $\cos\varphi$ по каждой фазе и средние;
- коэффициенты гармонических искажений по току и напряжению по фазам;
- спектр гармоник тока и напряжения по фазам;
- разные виды энергии: потреблённая, генерированная, активная и реактивная.

Внешний вид электроанализаторов нижнего уровня показан на Рис. 2 на примере приборов итальянской компании Algodue UPM 309 (для панельного монтажа 96x96 мм) и UPM 209 (для монтажа на стандартную DIN-рейку 35 мм).



Рис. 2. Электроанализаторы UPM 309 и UPM 209 Algodue

На питающих вводах целесообразно установить более сложные приборы, способные измерять показатели качества электроэнергии в соответствии со стандартом ГОСТ ИЕС 61000-4-30-2017, причём по требованиям класса А данного стандарта. Установка таких анализаторов в одних точках с коммерческими электросчётчиками позволяет отслеживать качество покупаемой предприятием электроэнергии на границе его балансовой принадлежности.



Рис. 3. Анализатор качества электроэнергии класса А PQM 4000 (Algodue, Италия)

Анализаторы качества электроэнергии верхнего уровня, наряду с перечисленными выше измерениями, обеспечивают ряд дополнительных функций, установленных стандартом:

- анализ спектра гармоник тока и напряжения;
- регистрация событий нарушения качества электроэнергии: пиков, провалов напряжения, отключений питания;
- запись искажённых осциллограмм напряжения, соответствующих этим событиям;
- вычисление коэффициентов несимметрии напряжения по фазам;
- вычисление коэффициентов фликера;
- статистическая обработка результатов анализа для сопоставления с требованиями стандарта качества электроэнергии.

Все электроанализаторы соединены с цифровой приборной сетью, которая обеспечивает централизованный сбор данных, конфигурацию отдельных приборов и всей системы в целом, диагностику, сигнализацию и ряд других функций. Конфигурация приборной сети обусловлена техническими характеристиками приборов и может использовать различные протоколы передачи данных, чаще всего MODBUS, PROFIBUS или ETHERNET.

Через приборную сеть результаты измерения от каждого прибора передаются в локальную сеть предприятия. Различие технических параметров и протоколов обмена информацией в приборной и локальной сетях легко преодолевается с помощью соответствующих цифровых конверторов. В локальной сети установлен сервер, который круглосуточно собирает данные с приборов и архивирует информацию для хранения и последующего доступа к ней. Наблюдать за состоянием электросети и управлять системой можно с нескольких рабочих мест в локальной сети, оснащённых специализированным программным обеспечением (Рис. 4).

ЭТК «Джоуль» разрабатывает программное обеспечение для мониторинга параметров электроэнергии, исходя из пожеланий каждого заказчика. В нашей продукции учитываются не только требования к функциональным характеристикам ПО, но и к безопасности, дизайну, совместимости с существующим парком вычислительного и сетевого оборудования и т.п.

В системе может быть предусмотрена сигнализация, срабатывающая в случае выхода любого параметра за установленные пределы и извещающая оператора об этом с помощью звукового и/или светового сигнала. События такого рода записываются в журнал на сервере и в дальнейшем могут быть проанализированы.

Локальная сеть предприятия посредством шлюза может быть соединена с сетью Интернет, что обеспечивает доступ к системе не только внутри предприятия, но и из любой точки, оснащённой доступом в Интернет.

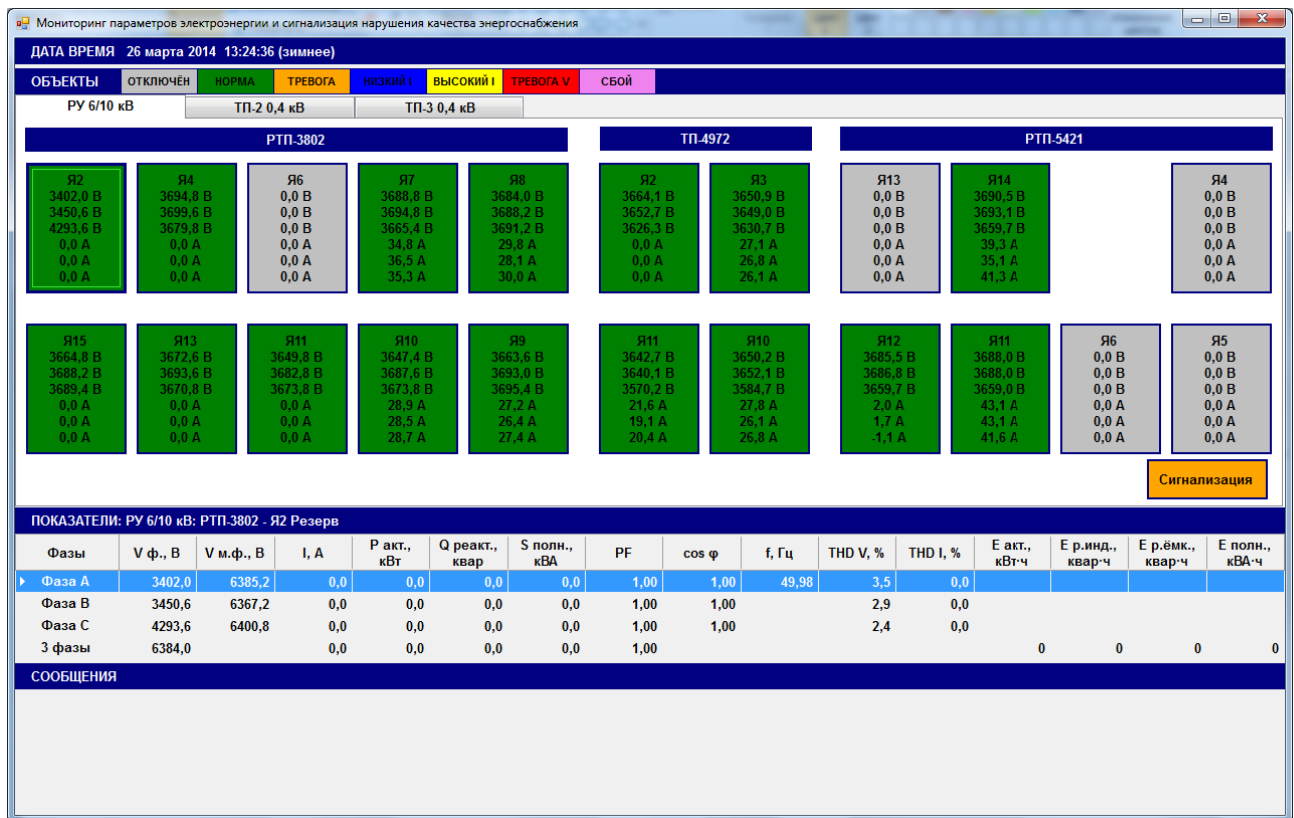


Рис. 4. Снимок экрана рабочего места оператора системы мониторинга

Назначение системы мониторинга электроэнергетики

Система мониторинга энергопотребления позволяет решать следующие задачи:

- отслеживание в реальном времени параметров электросети, существенно влияющих на надежность энергоснабжения. Выявление и устранение причин нарушения качества электроэнергии, могущих вызвать перебои питания и сбои в работе потребителей энергии (Рис. 5).
- получение исходных данных для проектирования установок компенсации реактивной мощности, фильтров, систем бесперебойного питания и другого электрооборудования (Рис. б);
- технический учет энергоресурсов - распределение потребляемой энергии по отдельным потребителям (производственным участкам, зданиям, подразделениям предприятия, Рис. 7);
- составление и мониторинг удельных норм расхода энергоресурсов (целевой энергетический мониторинг);
- разработка и оценка эффективности выполнения энергосберегающих проектов;
- оперативное выявление и ликвидация сверхнормативных потерь энергии;
- определение суточных графиков нагрузки по отдельным потребителям и оптимизация графика нагрузки предприятия;
- снижение лимитов нагрузки в часы максимума, снижение договорного максимума мощности;
- выбор оптимального тарифа для заключения договора на энергоснабжение;
- контроль соответствия качества электроэнергии требованиям стандарта и условиям договора на энергоснабжение;
- разработка и обеспечение функционирования механизма материального поощрения сотрудников за экономию энергии;
- расчеты с субабонентами за энергоресурсы.

Примеры визуальных отчетов, иллюстрирующих применение системы мониторинга электроэнергии для решения перечисленных выше задач, представлены на рисунках 5-7.

ЭТК «Джоуль» внедрила системы мониторинга параметров электроэнергии на множестве предприятий и организаций, в том числе таких как ОАО «НПО «Орион», НИЦ «Курчатовский институт», ММП имени В. В. Чернышева, АО ГосМКБ «Вымпел», ЗАО Банк ВТБ24, ЗАО КБ «Ситибанк» и ряде других.

Примеры визуальных отчетов, предоставляемых системой мониторинга электроэнергии

Отчёт по тревогам

Тривоги: 01.08.2012 0:00 - 17.02.2013 0:00

Начало тревоги	Окончание тревоги	Параметр	Нижний предел	Верхний предел	Экстремум
12.09.12 12:13:19 з	12.09.12 12:13:19 з	Я10: V1, В	6000	6500	3664,8
12.09.12 12:14:07 з	12.09.12 12:14:07 з	Я14: V1, В	6000	6500	3729,6
12.09.12 12:29:20 з	12.09.12 12:29:20 з	Я9: THD I1	11	22	4,98
12.09.12 12:29:20 з	12.09.12 12:29:20 з	Я9: THD V1	10	20	1,44
12.09.12 12:30:34 з	12.09.12 12:30:34 з	Я9: THD I1	11	22	4,2
12.09.12 12:30:34 з	12.09.12 12:30:34 з	Я9: THD V1	10	20	1,4
29.11.12 11:29:32 з	29.11.12 11:29:32 з	Я10: V1, В	6000	6500	3662,82

Рис. 5. Журнал регистрации событий

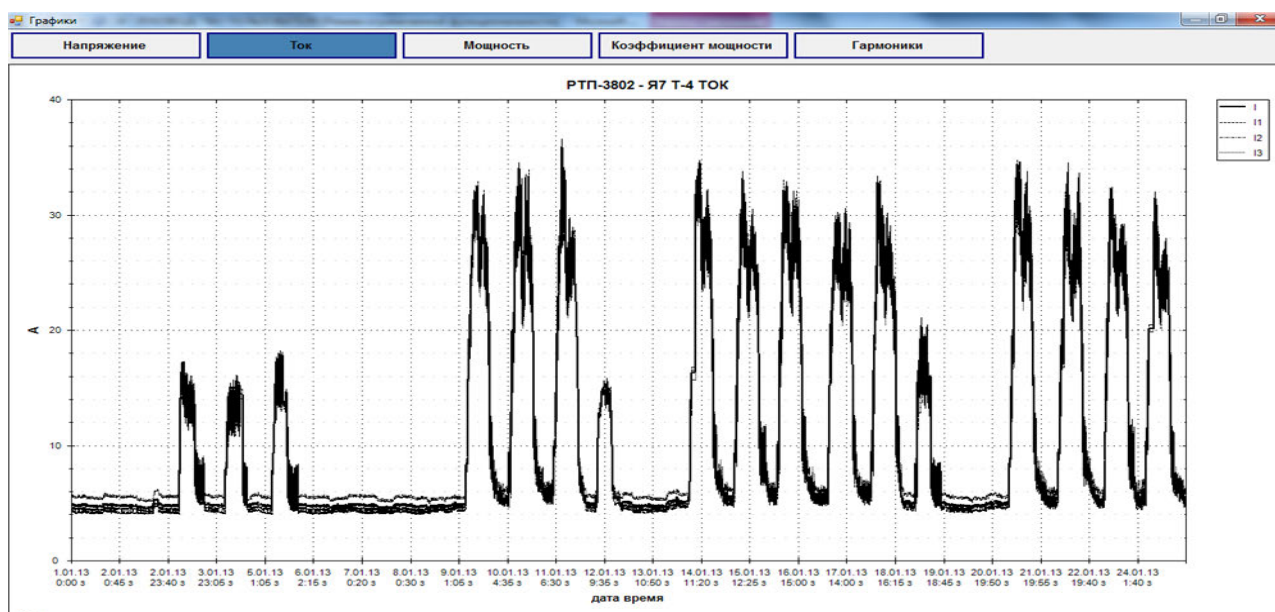


Рис. 6. График изменения тока фидера

Сводный отчёт

Отчёт электропотребления по цехам: 26.01.2015 0:00 - 01.04.2015 0:00

Дата время	Показатель	Цех №2	Цех №5	Цех №15	Цех №18	Вулкани Я	Алгар	АТС	Цех №11	Резерв	Цех №9	Цех №1	Цех №20	Вход ЭЦЦ под ЦФ	АВР сервера ЦИТ	ЦИТ	Котельная	ЭЦЦ под ЦФ	Рентген	Резерв
26.01.2015	Е. акт. кВт.ч	181	7 030	5 151	1 709	561	34	0	0	0	1 430	13	6	0	397	102	0	34	96	402
27.01.2015	Е. акт. март	95	2 781	1 979	1 104	110	41	0	0	0	731	27	0	0	97	60	0	9	60	169
28.01.2015	Е. акт. март	189	7 043	5 480	1 453	665	84	0	0	0	1 282	13	5	0	476	113	0	37	90	407
29.01.2015	Е. акт. март	125	2 830	2 097	1 033	148	48	0	0	0	718	28	0	0	132	72	0	12	60	167
30.01.2015	Е. акт. март	177	6 239	4 860	1 294	684	38	0	0	0	1 269	12	5	0	493	104	0	39	84	367
31.01.2015	Е. акт. март	97	2 516	1 920	1 141	154	44	0	0	0	830	25	0	0	137	70	0	13	59	170
01.02.2015	Е. акт. март	167	6 625	5 088	1 329	672	39	0	0	0	1 351	15	6	0	493	95	0	38	74	372
02.02.2015	Е. акт. март	110	2 695	1 925	1 007	190	48	0	0	0	736	32	0	0	137	72	0	14	59	187
03.02.2015	Е. акт. март	175	6 704	5 025	1 393	661	40	0	0	0	1 256	12	5	0	484	101	0	37	78	367
04.02.2015	Е. акт. март	104	2 576	1 751	997	145	47	0	0	0	744	30	0	0	129	75	0	15	62	152
05.02.2015	Е. акт. март	128	3 199	2 322	909	529	0	0	0	0	660	0	1	0	468	39	0	20	39	133
06.02.2015	Е. акт. март	53	1 199	538	366	125	0	0	0	0	151	0	0	0	125	36	0	9	36	91
07.02.2015	Е. акт. март	0	1 057	1 091	0	459	0	0	0	0	0	0	0	0	459	0	0	11	0	21
08.02.2015	Е. акт. март	0	0	19	0	122	0	0	0	0	0	0	0	0	122	0	0	4	0	4
09.02.2015	Е. акт. март	164	6 488	5 006	1 353	632	37	0	0	0	1 301	16	2	0	473	96	0	35	74	338
10.02.2015	Е. акт. март	74	2 883	2 009	1 276	132	45	0	0	0	719	34	0	0	121	66	0	12	55	84
11.02.2015	Е. акт. март	180	6 343	4 953	1 228	637	36	0	0	0	1 325	13	4	0	465	135	0	33	112	405
12.02.2015	Е. акт. март	88	2 972	2 095	1 249	135	44	0	0	0	813	25	0	0	119	76	0	13	65	146
13.02.2015	Е. акт. март	210	6 511	5 070	1 399	611	33	0	0	0	1 381	14	0	0	461	97	0	34	68	360

Рис. 7. Отчет о посуточном потреблении электроэнергии подразделениями завода