

*Нетреба Н.И.,*

*студент*

*4 курс, факультет «Математический»*

*Тверской Государственный Университет*

*Россия, г. Тверь*

**ПРАКТИКА РАБОТЫ С ФАЙЛАМИ СИСТЕМ АСКУЭ  
ФОРМАТА XML80020 ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ  
ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОУСТАНОВОК**

***Аннотация:** Статья посвящена реализованному алгоритму, позволяющему считывать и преобразовывать данные электропотребления формата xml80020, в удобный для дальнейшего анализа формат. С последующим анализом технических параметров работы энергоустановок.*

***Ключевые слова:** Электроэнергетика, анализ данных электропотребления, xml80020, система АСКУЭ.*

***Annotation:** The article is devoted to an algorithm that allows you to read and convert power consumption data in the xml80020 format into a format that is convenient for further analysis. With the subsequent analysis of the technical parameters of an electricity installation.*

***Key words:** power industry, data conversion, analysis of power consumption data, xml80020.*

**Введение**

Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) повсеместно внедряются как в России, так и за рубежом. Эти системы позволяют удаленно собирать и передавать данные, делать это с большей частотой, чем ручной сбор. Все это приводит к резкому росту общего

объема таких данных, анализ которых позволяет компаниями повышать технологическую и бизнес эффективность.

### **Как устроена система АСКУЭ**

Для создания данной системы необходимо организовать слаженную работу нескольких технологических уровней, каждый из которых выполнять конкретные задачи. Выделяется 3 уровня:

Первый уровень составляют приборы учета электроэнергии (электронные счетчики), расположенные у потребителя энергии. Они собирают большое количество данных для обработки с высокой частотой вплоть до 1 минуты и передают данные на следующий уровень по каналам связи.

Второй уровень представляет собой способ передачи информации. Т.е. данные, которые были собраны на первом уровне, должны быть переданы и надёжно защищены от взлома мошенниками. Для этого используются устройства сбора и передачи данных, которые дают возможность делать круглосуточный опрос приборов учёта и передают полученные данные на третий уровень. Сделать это можно разными способами: через обычные телефонные линии связи, через Интернет, мобильную связь разных стандартов (3G, GPRS, Wi-Fi), с помощью технологии LPWAN и т.д.

Третий уровень – это центр, где происходит обработка, хранение и анализ данных, полученных со всех устройств сбора и передачи информации. Главным требованием 3-го уровня является наличие современного программного обеспечения (ПО) для настройки всей системы.

### **Возможности АСКУЭ**

АСКУЭ обеспечивает высокую скорость и достоверность получения данных, точность и прозрачность расчётов между потребителями и поставщиками; выявление несанкционированных подключений к сети энергоснабжения; постоянный автоматический сбор данных с приборов учёта с отправкой на сервер, хранением в базе данных и визуализацией в личном

кабинете; анализ структуры энергопотребления с возможностью её корректировки и оптимизации; прогнозирование расхода энергии на краткосрочные и долгосрочные периоды и т.д.

Xml 80020 – это один из стандартизированных и распространенных форматов, используемый для передачи данных со счетчиков электроэнергии, полученных в результате работы АСКУЭ.

Xml 80020 представляет собой древовидную структуру данных.

```
▼<message class="80020" version="2" number="46">
  ▼<datetime>
    <timestamp>20190117143235</timestamp>
    <daylightsavingtime>0</daylightsavingtime>
    <day>20181211</day>
  </datetime>
  ▼<sender>
    <inn>777777771</inn>
    <name/>
  </sender>
  ▼<area>
    <inn>1234567890</inn>
    <name>ПС РЕКА</name>
    ▼<measuringpoint code="502050017777777" name="ПС 220/110/10/6 кВ «Река», ЗРУ-10 кВ, 4 с.ш. 10 кВ, КЛ 10 кВ фидер № 77">
      ▼<measuringchannel code="02" desc="Активная энергия, отдача">
        ▼<period start="0000" end="0030">
          <value>0</value>
        </period>
        ▼<period start="0030" end="0100">
          <value>0</value>
        </period>
        ▼<period start="0100" end="0130">
          <value>0</value>
        </period>
        ▼<period start="0130" end="0200">
          <value>0</value>
        </period>
        ▼<period start="0200" end="0230">
          <value>0</value>
        </period>
      </measuringchannel>
    </measuringpoint>
  </area>
</message>
```

Рис. 1. Пример типичного файла формата xml80020

## Алгоритм

Для обработки формата xml 80020 и последующего анализа был выбран язык программирования Python, позволяющий проводить сложные операции с данными, моделировать и анализировать их и для этих целей у этого языка имеется большой набор готовых библиотек.

Для работы с файлом формата xml 80020 была выбрана библиотека lxml, потому что она проста в использовании, гибкая, очень быстрая при анализе больших документов, имеет обширную документацию и обеспечивает простое преобразование исходных данных в типы данных Python.

Так как xml 80020 имеет древовидную структуру данных, то первым делом нужно получить доступ к корневому элементу документа с помощью функции `geetroot()`.

Далее определяем количество точек измерений – это `sum_measuringpoint` и создаем массивы, в которых будет храниться вся информация из файла xml 80020.

```
for mespoint in range(sum_measuringpoint):
    count_channel = (len(root.area.measuringpoint[mespoint].getchildren()))
    for i in range(count_channel):
        for child in root.area.measuringpoint[mespoint].measuringchannel[i].getchildren():
            p = child.getchildren()
            pp = str(p[-1])
            arr_val.append(float(pp.replace(",",".")))
            arr_time.append(child.attrib['start'])
            arr_sn.append(root.area.measuringpoint[mespoint].attrib['code'])
            arr_desc_channel.append(str(root.area.getchildren()[2].getchildren()[i].attrib['desc']))
```

Рис. 2. Код для определения количества точек измерений.

После чего будем добавлять данные в массивы, пользуясь принципом родителей и потомков. Полученные с файла xml 80020 данные оформляются в `dataframe` для дальнейшего анализа.

При проектировании систем электроснабжения выполняется ряд расчетов, результаты которых позволяют выбрать оборудование энергоустановок, сечение и материал проводников, наиболее экономичные способы передачи электроэнергии, конфигурацию сети и т.п. Определение расчетных электрических нагрузок и учет изменения их во времени является важным как для проектирования, так и для эксплуатации.

Когда данные получены, появляется возможность их анализировать. В работе рассчитываются следующие важные для энергоустановки показатели: коэффициент заполнения графика, коэффициент использования, коэффициент загрузки, коэффициент спроса, а также график нагрузки, суточный профиль и годовой график нагрузок. Реализовано это с помощью библиотеки `Pandas`.

## Расчёт показателей для энергоустановки

График нагрузок строится по показаниям счетчиков. Для этого фиксируются показания активной и реактивной энергии через определённый интервал времени.

График нагрузок дает возможность определить некоторые показатели, необходимые при расчетах нагрузок, и более рационально выполнить систему электроснабжения.

```
### daily profiles with std
daily_profiles = pd.concat([
    df[df.time.dt.dayofweek < 5].p_kw.groupby(df.time.dt.time).agg(['mean', 'std']), # business days
    df[df.time.dt.dayofweek >= 5].p_kw.groupby(df.time.dt.time).agg(['mean', 'std']) # weekend
], ignore_index=True, axis=1).reset_index()
daily_profiles.columns = ['time', 'mean_b', 'std_b', 'mean_w', 'std_w']
daily_profiles['time'] = range(0, 24)
```

Рис. 3. Построение графика нагрузок.

**Коэффициент заполнения графика нагрузок**  $k_{з.гр}$  называется отношением средней активной мощности  $P_c$  к максимальной за исследуемый период времени:  $k_{з.гр} = \frac{P_c}{P_m}$

Это показатель отвечает за степень и эффективность использования электроэнергии. Высокий коэффициент  $k_{з.гр}$  сообщает, что электрическая система используется более эффективно, что потребление энергии остается относительно постоянным. Высокий коэффициент дает большую экономию электроэнергии. Повышенный коэффициент означает снижение пиковой нагрузки, что снизит среднюю стоимость единицы (кВтч). Эта процедура также известна как балансировка нагрузки или пиковая экономия.

Низкий коэффициент  $k_{з.гр}$  говорит о недостаточном использовании системы распределения электроэнергии и показывает, что иногда устанавливается высокий спрос. Для обслуживания этого пика мощность простаивает в течение длительного времени, что приводит к более высоким затратам на систему. Тарифы на электроэнергию рассчитаны таким образом,

что потребители с высоким коэффициентом нагрузки платят меньше за киловатт-час.

**Коэффициентом спроса** по активной мощности называется отношение расчетной (в условиях проектирования) или потребляемой (в условиях эксплуатации) активной мощности к номинальной (установленной) активной мощности группы приемников:  $k_c = \frac{P_p}{P_{ном}}$

При проектировании силовых электрических сетей важной составляющей считается определение реальных нагрузок силовых линий, поскольку от максимумов нагрузок зависит выбор сечений кабелей и шин, номинальных значений защитной автоматики (АВ, УЗО и пр.), чтобы в конечном итоге обеспечить надежную систему электропотребления, применяют метод коэффициента спроса.

Заниженные результаты расчетов электрических нагрузок приводит к перегреву токоведущих частей и быстрому износу электрооборудования и материалов. И наоборот – увеличение расчетных нагрузок чревато дополнительными, капитальными затратами на систему электроснабжения и неполным использованием электрооборудования.

Проще говоря, коэффициент спроса является одним из наиболее важных параметров при расчете и проектировании систем энергоснабжения и установок.

**Коэффициент загрузки  $k_з$**  – это отношение фактически потребляемой средней активной мощности  $P_c$  к номинальной мощности приемника:  $k_з = \frac{P_c}{P_{ном}}$

Т.е. коэффициент загрузки – это параметр, характеризующий загруженность электрической установки.

```
kpi = pd.DataFrame(index=[0])
### расчёт коэффициентов и других KPI
total_time_h = len(df)*freq # [h]
total_kwh = df.value.sum() / total_time_h * 24 * 365 # total yearly consumption
pave_kw = total_kwh/8760 # [kw]
max_load_kw = df.p_kw.max()
load_factor = pave_kw/max_load_kw
capacity_factor = pave_kw/rated_power_kw
zero_hour = (df.value == 0).sum(axis=0)*freq # сколько времени установка не потребляет ээ
usage_factor = df.value.sum() / ((total_time_h - zero_hour)*rated_power_kw)
utilization_factor = max_load_kw/rated_power_kw
```

Рис. 4. Расчет некоторых коэффициентов.

**Годовой график нагрузки по продолжительности** показывает длительность работы установки в течение года с различными нагрузками. По оси ординат откладывают мощность, по оси абсцисс — часы года от 0 до 8760. Мощность на графике располагают в порядке убывания.

По годовому графику определяют базовое и суммарное потребление электроустановки в целом за год, число часов использования, мощность нагрузок в течение года.

Результаты расчетов могут представляться в виде удобных для чтения информации дашбордов, которые сделаны с помощью Grafana.

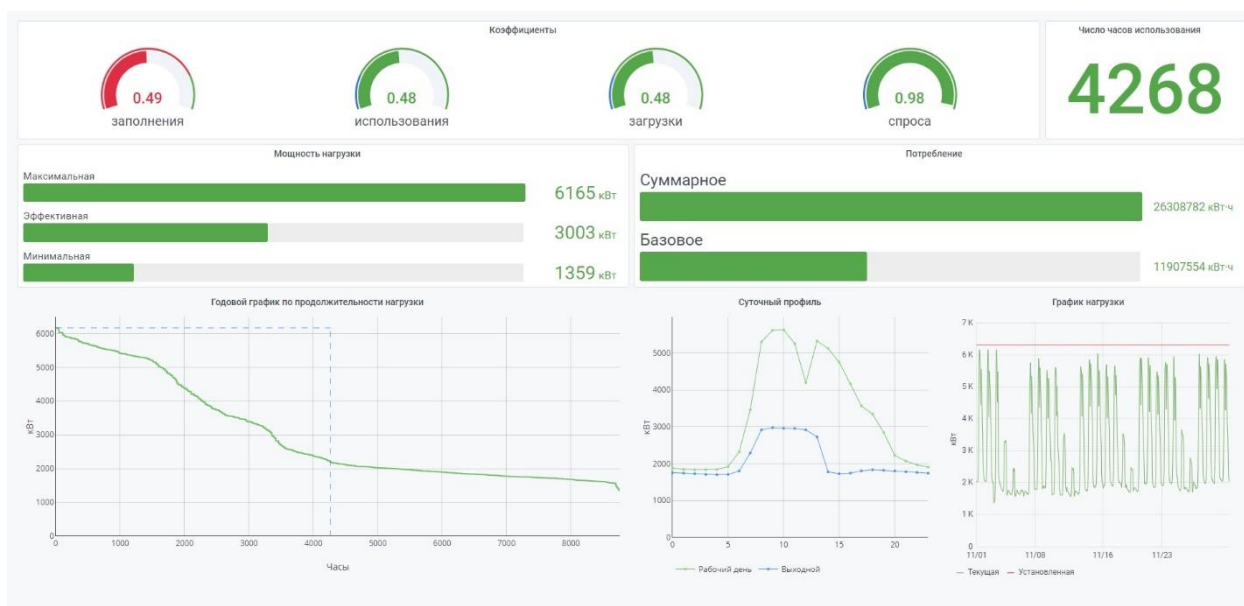


Рис. 5. Скриншот дашборда.



## **Вывод:**

Реализованный алгоритм позволяет считывать и преобразовать данные об электропотреблении, представленные в формате xml80020, в удобное для дальнейшего анализа представление в python dataframe. Дальнейшее распространение систем АСКУЭ делает все более актуальной задачу разнообразной обработки и анализа данных из xml80020. Обработка данных коммерческого учета является одной из важных задач обеспечения эффективного функционирования электроэнергетической отрасли.

Результаты данного анализа позволяют как отслеживать актуальное состояние энергоустановок в режиме эксплуатации, так и выбрать оборудование энергоустановок, сечение и материал проводников, наиболее экономичные способы передачи электроэнергии, конфигурацию сети и т.п., что обеспечит безопасную эксплуатацию электрических сетей.

## **Использованные источники:**

1. Сумарокова Л.П. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебное пособие/ Л.П. Сумарокова; Томский политехнический университет – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 288 с.
2. Lxml – xml and html with Python. [Электронный ресурс]. URL: <https://lxml.de/> (дата обращения 12.12.2020).
3. Вся электрика [Электронный ресурс]. URL: <https://smolgelios.ru/montazh/askue-cto-eto.html> (дата обращения 12.12.2020).
4. Для электрика. Работы с электричеством и электроприборами. [Электронный ресурс]. URL: <https://radiolisky.ru/sovety-novichkam/koefficient-sprosa-elektrooborudovaniya.html> (дата обращения 12.12.2020).
5. Load factor (electrical): сайт Википедия. [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Load\\_factor\\_\(electrical\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Load_factor_(electrical)) (дата обращения 12.12.2020).