

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Малков И. С. – студент группы 8Э-71, Грибанов А. А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Реорганизация рынка услуг российской электроэнергетики в настоящее время предполагает развитие технической инфраструктуры, обеспечивающей защиту интересов энергопотребителей. Особый интерес представляет оптимизация процессов энергоснабжения, так как их нарушения могут приносить значительный экономический ущерб, главным образом за счет технологических перерывов на промышленных предприятиях [1]. Анализ научных исследований по данному вопросу позволил выявить общую точку зрения разных авторов – такой ущерб рассматривается как особый вид ежегодных производственных издержек, минимизация которых требует практического решения [2]. С этой точки зрения представляет интерес использование автоматизированной системы мониторинга энергопотребления. Для этих целей лучше использовать развитые инструментальные средства типа SCADA систем [3], однако часто возникает необходимость создания и включения в систему автоматизации собственных программных модулей.

Целью данной работы является разработка концепции системы автоматизированного сбора и передачи информации о перерывах электроснабжения.

Структурная схема такой системы традиционно включает в себя три уровня. На нижнем расположены измерительные приборы, собирающие информацию о параметрах режима сети. Устройства второго уровня обеспечивают коммуникацию между всеми узлами системы. Верхний уровень представляет собой программный комплекс, позволяющий осуществлять управление процессами, происходящими в системе. Аппаратура нижнего уровня системы описана в [4]. Второй уровень системы использует стандартные алгоритмы передачи данных (МЭК 61850) и обеспечивает пересылку сформированных датчиками первого уровня файлов с информацией на сервер, их обработку и формирование в базе данных таблицы запросов. Каждая строка содержит информацию о наименовании датчика, приоритете, наличии команды отключения, числе интервалов времени в сутки, текущем значении измеряемой мощности и интервале времени, времени начала и окончания перерыва электроснабжения. В зависимости от того, какое событие произошло, а какое – нет, соответствующие ячейки таблицы имеют нулевые или не нулевые значения.

Таблица 1 – Таблица запросов

k(№)	ID	e(приоритет)	z(отключение)	nID	PID	iID	i1дID	i2дID
1	Q1	3	0	288	7,641	55	0	0
2	Q2	1	0	144	0	0	64	0
3	Q4	2	0	288	0	0	0	0
4	Q7	3	0	1440	0,045	41	0	0
5	Q6	1	0	144	0	0	23	11

Третий уровень системы использует графическую оболочку и процессы обработки информации, которые взаимодействуют с базой данных. Данные из таблицы запросов используются для заполнения других таблиц базы данных: аварий, графиков ID, счета дней ID. Предусмотрено три процесса (цикла) обработки информации. Каждый постоянно проверяет соответствие столбца приоритета каждой строки запроса назначению процесса. Если соответствие выполняется, происходит обработка информации. Если не выполняется – переход к следующей, либо к первой строке таблицы запросов. Процесс обработки запросов типа 1 (аварий) работает с таблицей запросов и таблицей аварий.

Таблица 2 – Таблица аварий

f(№)	ID _f	i _{1дID}	i _{2дID}	Пинт	Псут	t _{нач}	t _{аварии}	A
1	Q23	14	144	130	0	02:20, 09.03.19	1300	455
2	Q17	131	0	8	0	0	0	0
3	Q24	55	0	0	0	0	0	0

Строки данной таблицы соответствуют отключениям, произошедшим на ID датчике. В столбцах записаны интервалы начала и конца отключения, количество прошедших интервалов за время отключения, число суток, время начала отключения, продолжительность аварии (в минутах), рассчитанный объем недополученной электроэнергии.

При появлении в таблице запросов строки с информацией о произошедшем отключении, интервал конца отключения вначале равен нулю (отключение еще не закончилось). В этом случае процесс ищет в таблице аварий строку, соответствующую «незакрытому» отключению на данном датчике (интервал конца отключения в таблице аварий равен нулю). Если такой строки нет, то процесс ее добавляет, и записывает интервал и время начала аварии. В дальнейшем датчик регулярно посылает информацию о продолжающемся отключении. Процесс находит эти запросы в таблице и за каждый найденный запрос прибавляет единицу к соответствующему числу интервалов в таблице аварий. Как только от датчика приходит сообщение об окончании отключения (интервал конца отключения не равен нулю), процесс «закрывает» отключение в таблице аварий – подсчитывает количество прошедших суток, продолжительность аварии, объем недополученной электроэнергии, и записывает все это, а также интервал конца аварии, в таблицу. Объем недополученной электроэнергии рассчитывается исходя из построенного в нормальном режиме графика нагрузки датчика.

Процесс обработки запросов типа 2 (подключений/отключений) работает с таблицей запросов и таблицами графиков и счета дней ID. При появлении в таблице запросов строки с информацией о подключении/отключении (тип 2) ID датчика, данный процесс либо создает для него таблицу графика ID и строку в таблице счета дней ID, либо удаляет их.

Таблица 3 – Таблица графика ID

i	P _i	m ₁	m ₂	m ₃	...	m ₉₀
1	4,422	2	3	0,5	...	2
2	5,334	4	1	2	...	8
3	3,665	4	2	5	...	6
...
n	2,577	2	3	4	...	3

В таблице графика содержится информация о нагрузке, измеренной датчиком, на каждом i из n интервалов времени (за 90 дней). В таблице счета дней содержится информация о том, сколько дней из 90-дневного цикла ведутся записи в таблице графиков ID. Процесс обработки запросов типа 3 (графика нагрузки) работает с таблицами графика и счета дней ID.

Таблица 4 – Таблица счета дней ID

ID	mID
Q44	31
Q32	31
Q33	31
...	...
Q51	31

Когда таблица графика ID создается, в ней всего три столбца. Дальнейшие столбцы добавляются по мере первого заполнения графика, пока их не станет 92. При этом в таблице счета дней ведется отсчет первого цикла записи. Как только в таблице появится 92 столбца, добавление новых прекращается, и начинается перезапись старых столбцов, начиная с m_1 . При этом соответствующее значение в таблице счета дней становится равным единице (начало нового цикла). Прибавка единицы к значениям в таблице счета дней происходит в конце каждого суток (определяется проверкой равенства интервала времени запроса датчика с количеством интервалов времени датчика). По записанным значениям для каждого i интервала времени датчика рассчитывается среднее значение потребляемой мощности P_i . Таким образом строится график нагрузки.

Алгоритмы для процессов обработки запросов типа 1, типа 2 и типа 3 представлены на рисунках 1, 2 и 3 соответственно.

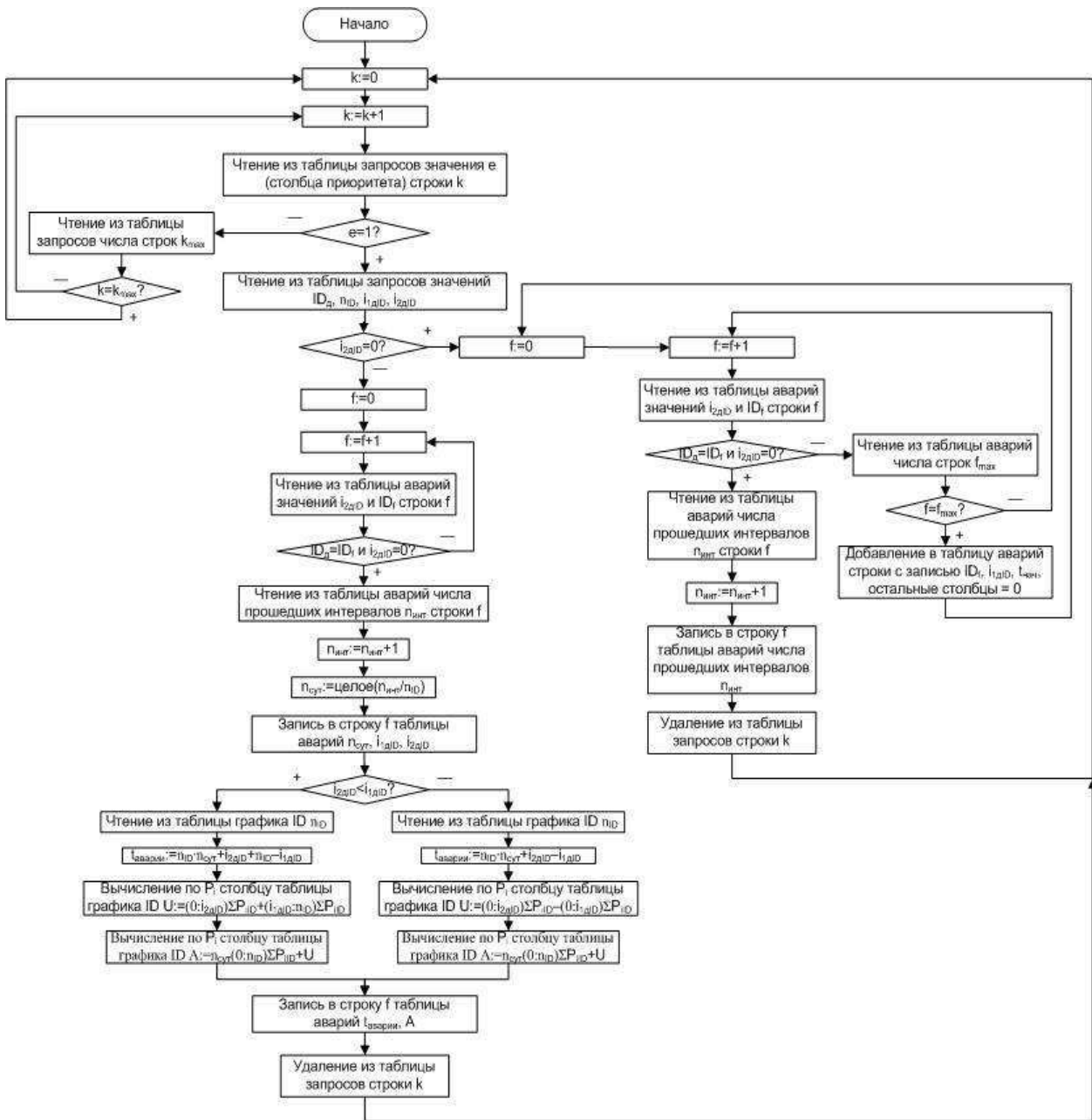


Рисунок 1 – Алгоритм процесса типа 1 (аварии)

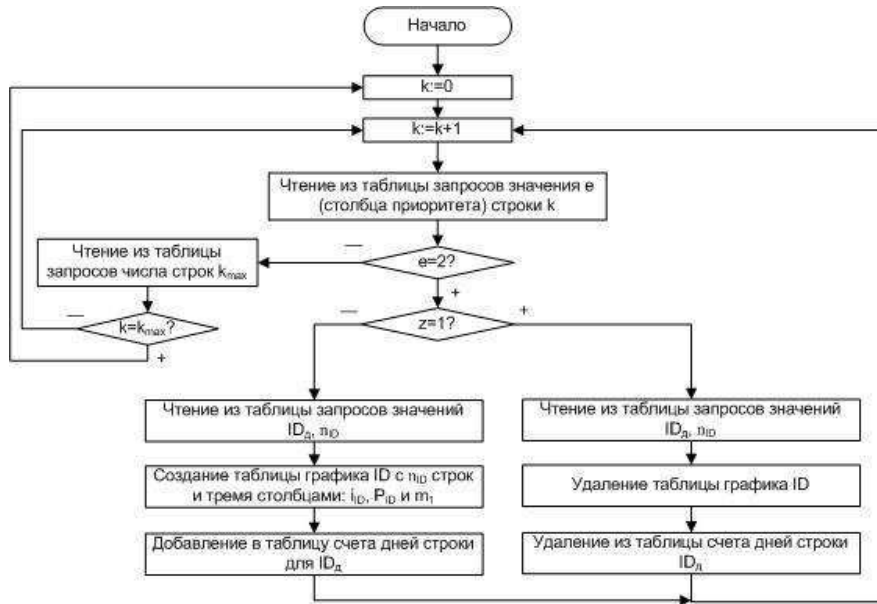


Рисунок 2 – Алгоритм процесса типа 2 (подключения/отключения)

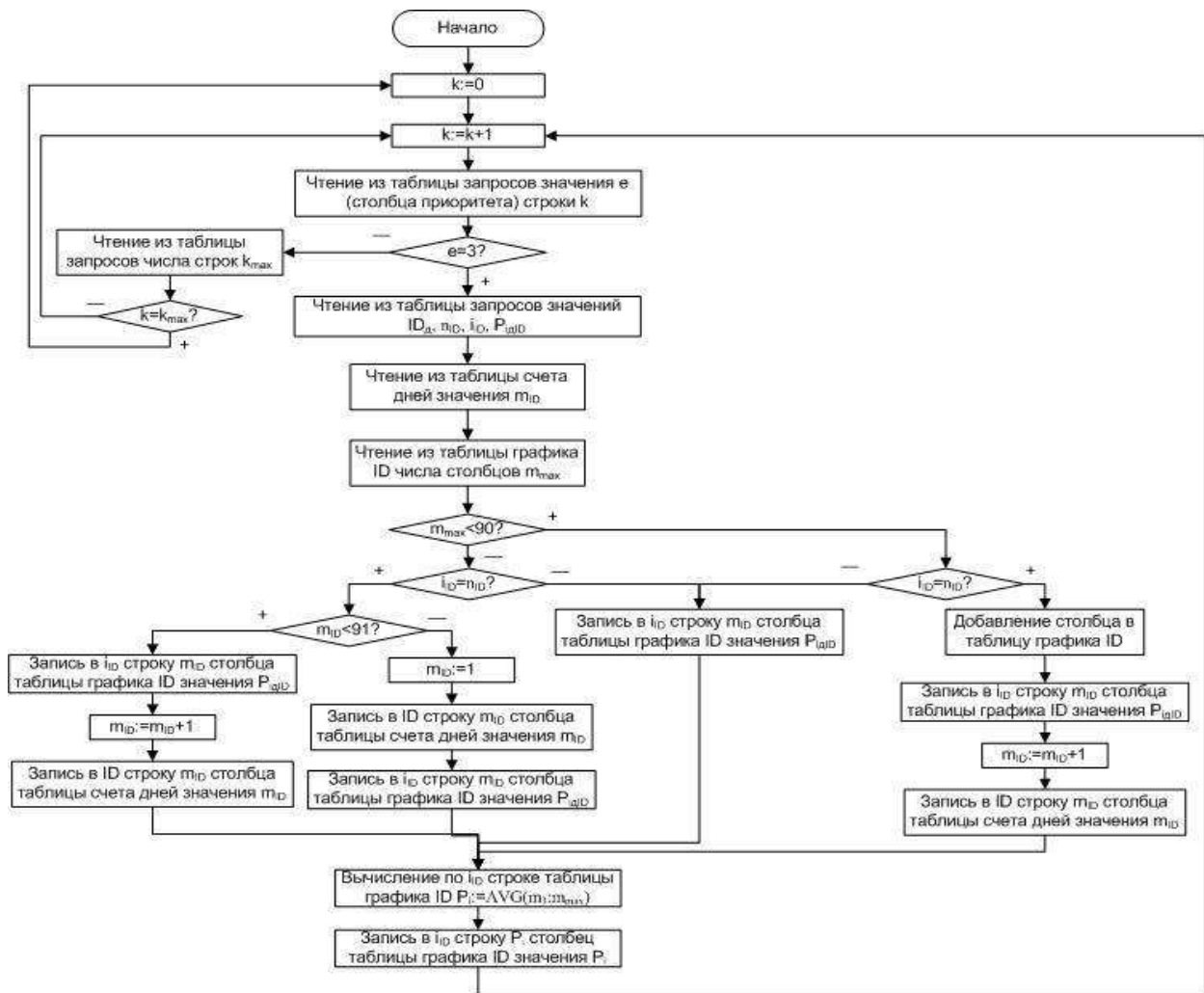


Рисунок 3 – Алгоритм процесса типа 3 (графика)

Таким образом, представленная концепция автоматизированной системы мониторинга перерывов электроснабжения может быть использована в процессе разработки программного обеспечения, которое позволит получать достоверную статистическую информацию для оценки объема недополученной электроэнергии, энергоемкости продукции предприятия и упростить сбор данных для проектирования и реконструкции систем электроснабжения предприятий.

Список использованных источников:

1. Куликов А. Л., Панков Б. В., Шарыгин М. В. Анализ и оценка последствий отключения потребителей электроэнергии: коллективная монография [Текст]. – Москва: научнотехническая фирма «Энергопрогресс», «Энергетик».–2014.–84 с.
2. Непомнящий В. А. Экономические потери от нарушений электроснабжения потребителей [Текст].– Москва: Издательский дом московского энергетического института, 2010. – 188 с.
3. Топольский Д. В., Топольская И. Г. Анализ современных SCADA-систем в электроэнергетике: материалы 66-й научной конференции. Секции технических наук. – [Электронный ресурс]: Наука ЮУрГУ.- Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. –с 1378-1381.– Режим доступа: <http://dspace.susu.ru/xmlui/handle/0001.74/4522>
4. Малков И. С., Грибанов А. А. Разработка алгоритма работы концентратора данных для сбора статистической информации о перерывах электроснабжения / Материалы XX городской научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь – Барнаулу». – 2018.