

Айдарова А.Р., Байбагысова Д.Ж., Сатаркулов К.

АБА ЛИНИЯЛАРЫНДАГЫ ШЫКАЛГАН ТОКТУН СПЕКТРАЛДЫК СОСТАВЫН ЭЛЕКТР ТАРМАГЫНДАГЫ БАШ АЛАМАНДЫК РЕЖИМИНДЕ ИШТӨӨСҮН ЖАНА КОШУМЧА ЧЫГЫМДАРДЫ ЭСЕПТӨӨНҮ ИЗИЛДЕШ ҮЧҮН ВИРТУАЛДЫК АСПАП

Айдарова А.Р., Байбагысова Д.Ж., Сатаркулов К.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА НАПРЯЖЕНИЯ В ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ПРИ ХАОТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ И РАСЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ

A.R. Aidarova, D.Zh. Baibagysova, K. Satarkulov

VIRTUAL INSTRUMENT FOR STUDY THE SPECTRAL COMPOSITION OF THE VOLTAGE IN OVERHEAD LINES IN CHAOTIC MODE OF THE ELECTRICAL NETWORKS AND CALCULATION OF ADDITIONAL LOSSES

УДК: 621.311

Иште виртуалдык аспап сунушталат, LabView программалык комплексин колдонуу менен бирге аба линияларындагы шыкалган токтун спектралдык составын электр тармагындагы баш аламандык режиминде иштөөсүн жана кошумча чыгымдарды эсептөөнү изилдейт.

Негизги сөздөр: LabView, виртуалдык аспап, аба линиялары, баш аламандык режим, кошумча чыгымдар, гармоника, спектралдык состав.

В работе предлагается виртуальный прибор, с использованием программного комплекса LabView для исследования спектрального состава напряжения в воздушной линии при хаотическом режиме работы электрической сети и расчет дополнительных потерь.

Ключевые слова: LabView, виртуальный прибор, воздушная линия, хаотический режим, дополнительные потери, гармоника, спектральный состав.

This work investigates the virtual instrument using LabView software package for the study of spectral composition of voltage in overhead line at chaotic regime of the electrical network and calculation of additional losses.

Key words: LabView, virtual instrument, overhead line, chaotic regime, additional losses, harmonic, spectral composition.

Введение. Физические процессы в электроэнергетической системе, возникающие во время её эксплуатации, чрезвычайно разнообразны, и, как правило, на детерминированные процессы накладываются стохастические; вопросы влияния этих процессов, например, на потери электрической энергии, актуальны и требуют привлечения разнообразных средств исследования и проведения большого объема соответствующих экспериментов (численных или натурных). Анализ научных публикаций показал, что определение дополнительной потери мощности от искажения синусоидальности рассматривается без учета хаотических составляющих тока.

Постановка задачи. В работе предлагается виртуальный прибор (ВП) (с использованием программного комплекса LabVIEW) для исследования передачи энергии переменным током (рис. 1) от источника напряжением $u = u_s + u_c$ через сопротивление z_1 обоих проводов воздушной линии (ВЛ) к переменному сопротивлению z_n нагрузки, где $u_s = U_m \sin(\omega t + \psi)$, u_c – стохастическая составляющая приложенного напряжения. В дальнейшем ток и напряжение будем называть сигналом.

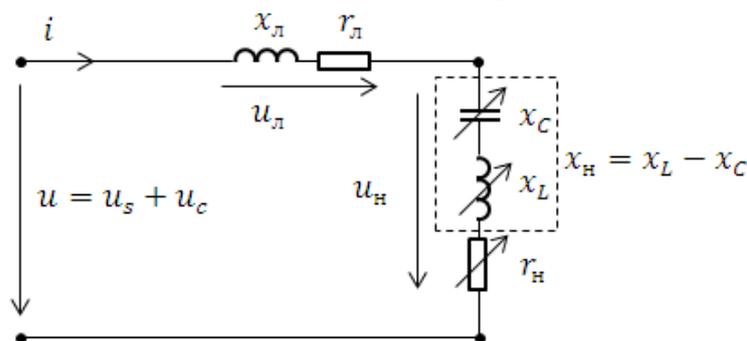


Рис. 1. Передача энергии от источника напряжением u к нагрузке.

Результаты исследования. Функциональность ВП определяется его структурой и возможностью его компонентов. Структура и компоненты ВП изображены на рисунке 2, а на рисунках 3 и 4 соответственно приведены лицевая панель и блок-диаграмма разработанного ВП.

Используя рисунки 2, 3 и 4 поясним работу и назначение функциональных элементов ВП.

В блоке 1 (рис. 2) осуществляется модельная генерация гармоник или интергармоник сигналов. На рисунке 4 под этим же номером показан один из

таких элементов, который осуществляет генерацию гармоник или интергармоник.

Мгновенное значение сигнала:

$$u_k = U_{km} \cdot \sin[k \cdot \omega t + \varphi_{u_k}], \quad (1)$$

где k – номер гармоники, u_k – мгновенное значение k -ой гармоники сигнала; U_{km} – значение амплитуды соответствующей гармоники сигнала с частотой $k \cdot \omega t$, для момента времени t ; φ_{u_k} – значение начальной фазы k -ой гармоники сигнала для момента времени t ; ω – круговая частота источника электроэнергии.

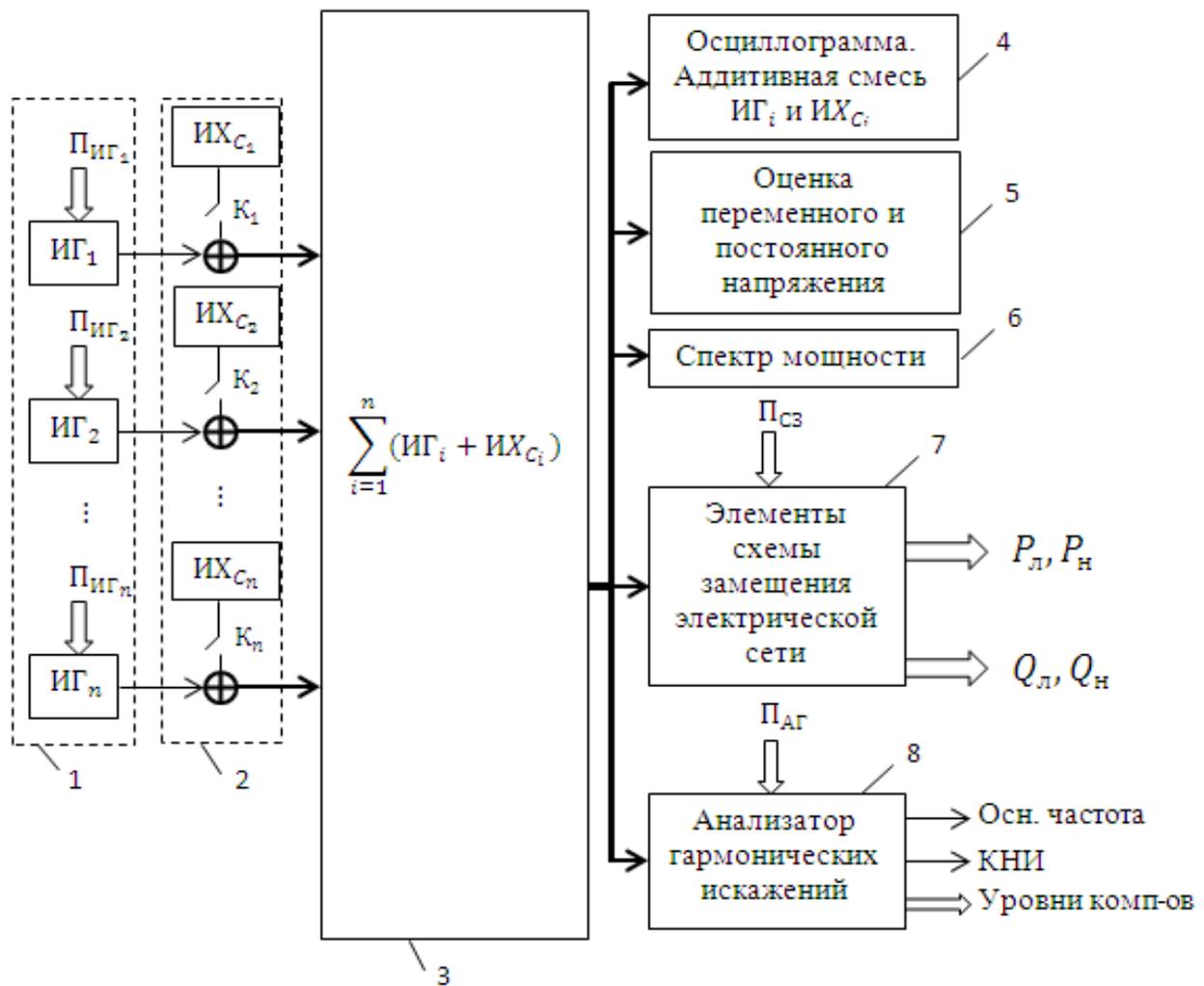


Рис. 2. Структура и компоненты ВП.

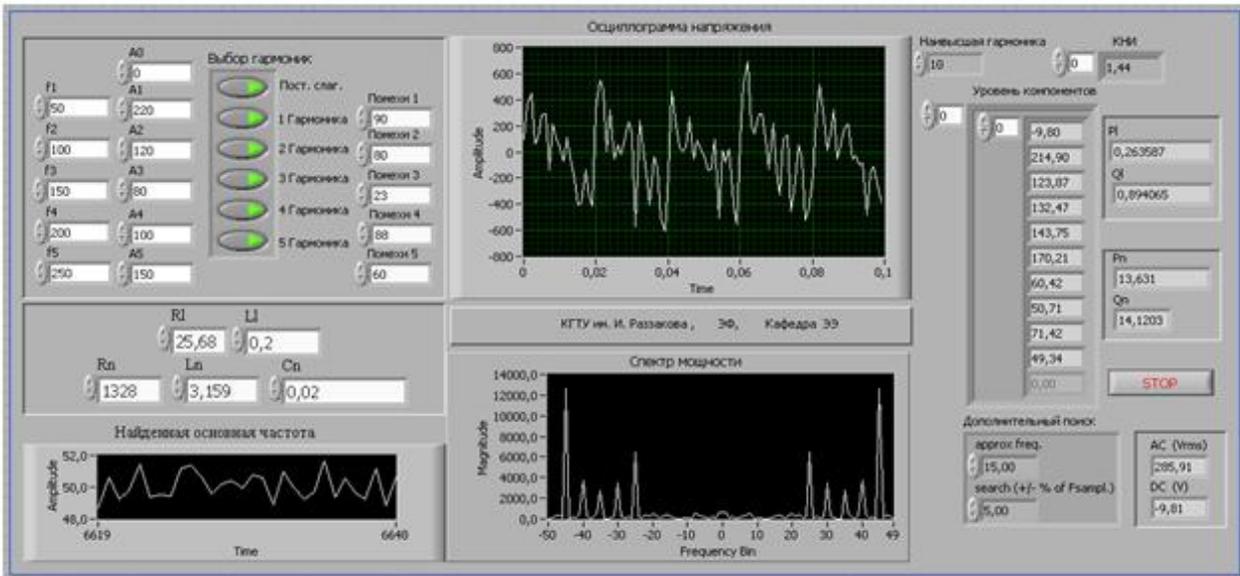


Рис. 3. Передняя панель ВП для исследования спектрального состава напряжения воздушной линии при хаотическом режиме работы электрической сети и расчета потерь.

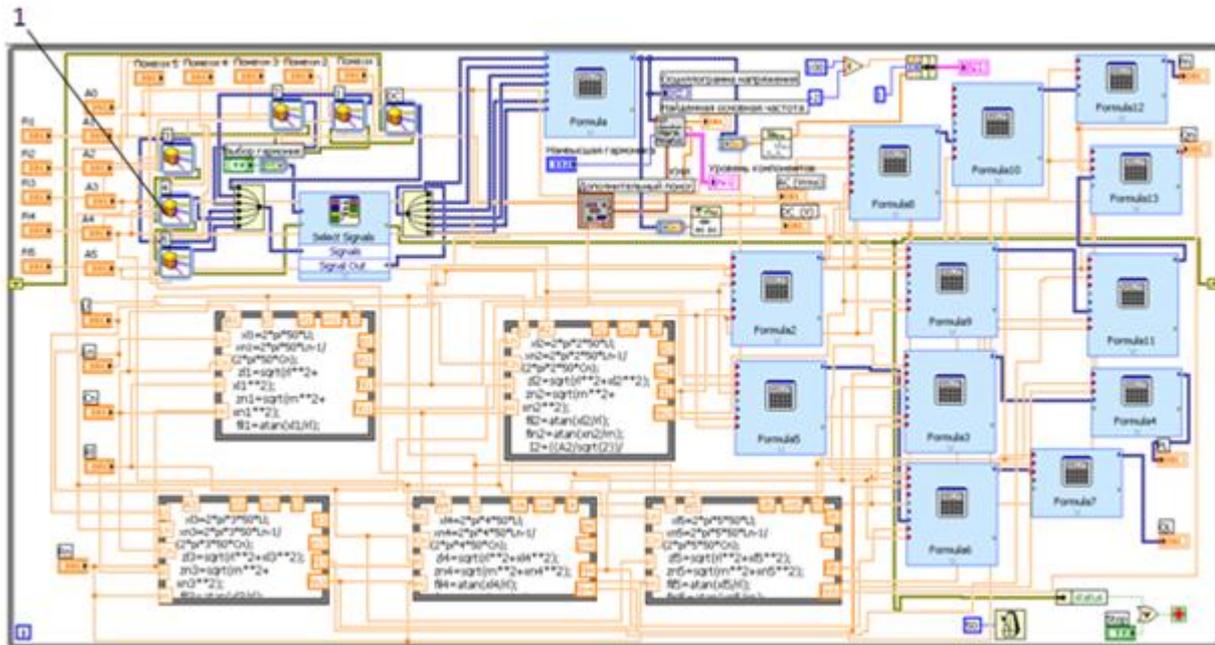


Рис. 4. Блок-диаграмма ВП для исследования спектрального состава напряжения воздушной линии при хаотическом режиме работы электрической сети и расчета потерь; 1– генератор гармоник или интергармоник

Пиктограмма такого элемента имеет вид  [1].

В блоке 2 (рис. 2) имитируются хаотические составляющие соответствующих гармоник сигнала с заданным законом распределения случайного процесса. Закон распределения соответствующих хаотических составляющих гармоник сигнала выбирается из следующего списка [1]:

- гауссовский белый шум;
- периодический белый шум;
- равномерный белый шум.

Гауссовы случайные процессы преобладают в практических задачах.

Большинство встречающихся на практике электрических хаотических процессов являются суммой большого числа возникающих в случайные моменты времени незначительных элементарных импульсов. По теореме Ляпунова, независимо от распределения слагаемых, плотность вероятности суммы величин с ростом числа слагаемых неограниченно приближается к нормальной при условии равномерно малого влияния на сумму отдельных слагаемых [2].

Как правило, случайные процессы, встречающиеся на практике, имеют, в общем, нестационарный характер. Если при $t = t_1$ нестационарный случайный процесс $\{x(t)\}$ – гауссов, то нестационарная плотность вероятности $p(x, t_1)$ имеет вид [2]:

$$p(x, t_1) = [\sigma_x(t_1)\sqrt{2\pi}]^{-1} \exp\left\{-\frac{[x - \mu_x(t_1)]^2}{2\sigma_x^2(t_1)}\right\}, \quad (2)$$

где $\mu_x(t_1)$ – среднее значение; $\sigma_x^2(t_1)$ – дисперсия.

Значения соответствующих хаотических составляющих, сгенерированные в блоке 2, поступают в блок 3, если соответствующие ключи K_i (рис. 2) замкнуты.

При одновременном воздействии основного сигнала $ИГ_i$ и хаотической составляющей $ИХ_{C_i}$, они накладываются друг на друга, образуя аддитивную смесь основного и хаотического сигналов. В этом случае суммарное воздействие сигнала (напряжения) на элементы электрической сети равно

$$u = \sum_1^n (ИГ_i + ИХ_{C_i}) = \sum_1^n (u_{s_i} + u_{c_i}) = u_s + u_c. \quad (3)$$

Блок 3 (рис.2) на блок диаграмме (рис.4) имеет следующий вид [1]:

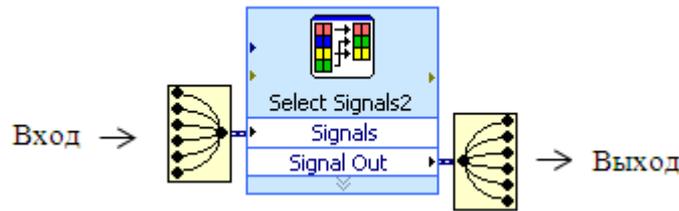


Рис. 5. Элемент ВП, осуществляющий аддитивную смесь основного и хаотического сигналов.

Количество гармонических составляющих напряжения (сигнала) u можно регулировать, замыкая / размыкая ключи K_i (рис.2). На рисунке 3 эти ключи имеют вид кнопок  [1].

Содержимым блока 7 (рис.2) является математические модели элементов исследуемой электрической сети (рис. 1).

Обозначим комплексные сопротивления провода ВЛ через $Z_n = r_n + jx_n$ (для ВЛ до 35 кВ) и нагрузки – $Z_k = r_k + jx_k$.

Найдем полную мощность на зажимах нагрузки [3]:

$$S = z_k I^2 = \frac{z_k U^2}{|Z_n + Z_k|^2} = \frac{z_k U^2}{|z_n \left(1 + \frac{z_k}{z_n}\right)|^2} = \frac{z_k U^2}{|z_n|^2 \left|1 + \frac{z_k}{z_n}\right|^2} = \frac{z_k U^2}{z_n^2 \left|1 + \frac{z_k}{z_n}\right|^2} = \left(\frac{U}{z_n}\right)^2 \frac{z_k}{\left|1 + \frac{z_k}{z_n} e^{j(\varphi_k - \varphi_n)}\right|^2}. \quad (4)$$

Для реализации компьютерного моделирования потери мощности в проводах ВЛ, знаменатель в выражении (4) целесообразно преобразовать в более простой вид

$$\left|1 + \frac{z_k}{z_n} e^{j(\varphi_k - \varphi_n)}\right|^2 = \left|1 + 2 \frac{z_k}{z_n} e^{j(\varphi_k - \varphi_n)} + \left(\frac{z_k}{z_n}\right)^2 e^{2j(\varphi_k - \varphi_n)}\right|^2 = 1 + 2 \frac{z_k}{z_n} \cos(\varphi_k - \varphi_n) + \left(\frac{z_k}{z_n}\right)^2. \quad (5)$$

Подставив полученное значение (5) в выражение (4), окончательно имеем

$$S = \left(\frac{U}{z_1}\right)^2 \frac{z_n}{1 + 2 \frac{z_n}{z_1} \cos(\varphi_n - \varphi_1) + \left(\frac{z_n}{z_1}\right)^2}, \quad (6)$$

Подставив (6) в формулу $S = z_n I^2$, определим:

$$I^2 = \left(\frac{U}{z_1}\right)^2 \frac{1}{1 + 2 \frac{z_n}{z_1} \cos(\varphi_n - \varphi_1) + \left(\frac{z_n}{z_1}\right)^2},$$

Следовательно, активная мощность, которая теряется в проводах линии, равна

$$P = r_n I^2 = \left(\frac{U}{z_1}\right)^2 \frac{r_n}{1 + 2 \frac{z_n}{z_1} \cos(\varphi_n - \varphi_1) + \left(\frac{z_n}{z_1}\right)^2}, \quad (7)$$

где

$$z_1 = \sqrt{r_1^2 + x_1^2}, \quad z_n = \sqrt{r_n^2 + x_n^2}, \quad \varphi_1 = \arctg \frac{x_1}{r_1} \quad \text{и} \quad \varphi_n = \arctg \frac{x_n}{r_n}. \quad (8)$$

Так как на вход блока 7 (рис.2), содержимым которого являются математические модели элементов электрической сети (рис.1), воздействует напряжение $u = u_s + u_c$ с выхода из блока 3, то по элементам сети протекает электрический ток, состоящий из смеси гармоник и (или) интергармоник, а также их хаотических составляющих, в зависимости от положения ключей K_i ($i = 1 \dots n$). Вследствие этого, в активных элементах ВЛ и нагрузки наблюдается потеря электроэнергии от всех составляющих электрического тока. В виртуальном приборе его элементами, в которых производятся вычисления отдельно для каждой гармоники и (или) интергармоники, по выражениям (8), являются формульные узлы (ФУ) (рис.4) [1], представленные на рисунке 6.

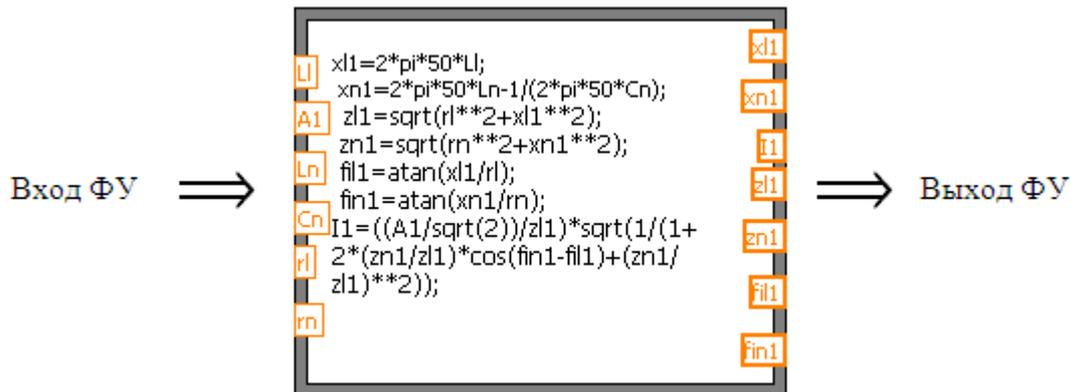


Рис. 6. Формульный узел ВП для первой гармоники.

Суммарные потери от всех гармонических и хаотических составляющих тока в ВЛ и потребляемые мощности как активные, так и реактивные в нагрузке определяются в Экспресс-ВП «Формула» ВП (рис. 4), внешний вид которого представлен на рисунке 7 [1].

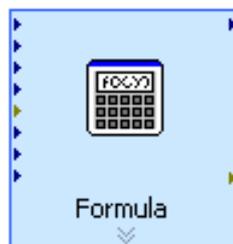


Рис. 7. Экспресс-ВП «Формула».

Экспресс–ВП «Формула» (Formula) позволяет производить математическую обработку входных данных. Входы и выходы Экспресс–ВП рассчитаны на подключение данных динамического типа.

Для исследования влияния гармонических и интергармонических составляющих электрического тока, протекающего по ВЛ, на потери электроэнергии в нем, необходимо установить гармонический состав тока, так как наличие хаотического составляющего тока, приводит к постоянному изменению состава гармоник.

Для анализа спектров могут применяться методы спектрального анализа, например, математический аппарат рядов Фурье [2].

Полный гармонический анализ с измерением основной частоты и ее гармоник, осуществляется в блоке 8 (рис.2). Эта операция в ВП реализуется с помощью функции «Анализатор гармонических искажений» [1], пиктограмма которого представлена на рисунке 8.



Рис. 8. Пиктограмма функции «Анализатор гармонических искажений».

Основными входами функции «Анализатор гармонических искажений» являются параметры: – наивысшая гармоника; – входной сигнал. В итоге получаем значения: – основная частота; – все значения амплитуд гармоник; – коэффициент нелинейных искажений (КНИ), вычисленного делением среднеквадратичного значения суммы гармоник на амплитуду основного тона.

Вычисление спектра мощности входного сигнала (3) в ВП осуществляется функцией спектрального анализа [1]:

$$S_{xx} = \frac{1}{n^2} X^*(f) \cdot X(f) = \frac{1}{n^2} |X(f)|^2 = \frac{1}{n^2} |F[x(t)]|^2, \quad (9)$$

где n – длина входной последовательности (сигнала); $X^*(f)$ – комплексно-сопряженный спектр сигнала.

Распределение мощности по гармоникам:

S_{xx0} – мощность постоянной составляющей;

$S_{xx1} = S_{xx(n-1)}$ – мощность 1-й гармоники (основная частота);

...

$S_{xx(k-1)} = S_{xx(n-(k-2))} - S_{xx(k-1)} = S_{xx(n-(k-2))}$ – мощность $(k-2)$ – гармоники.

Пиктограмма этой функции в блок-диаграмме ВП (рис. 3) представлена на рисунке 9 [1].

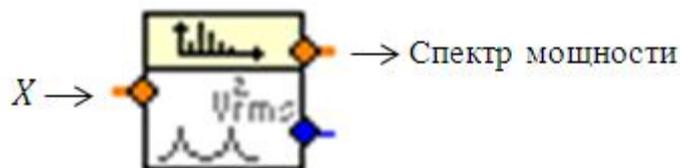


Рис. 9. Пиктограмма функции – «Спектр мощности».

Для оценки потери в исследуемом элементе электрической сети от всех гармонических составляющих тока, протекающего по этому элементу, включая постоянную и хаотическую составляющие, можно воспользоваться функцией, производящей соответствующую операцию с сигналами (блок 5, рис.2).

В ВП такая операция реализована функцией AC&DC (оценка переменной и постоянной составляющих сигнала) (рис.4). Пиктограмма этой функции представлена на рисунке 10.

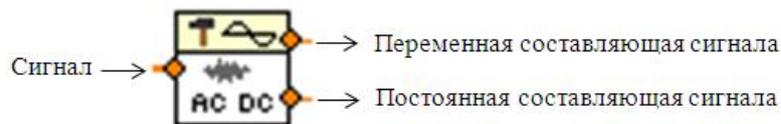


Рис. 10. Пиктограмма функции – «оценка переменной и постоянной составляющих сигнала».

В блоке 4 (рис. 2) выводится осциллограмма сигнала, представляющего собой аддитивную смесь сигналов (3).

На передней панели ВП (рис.11) информация о функциональной зависимости $u(t)$ выводится в виде осциллограммы на экран виртуального осциллографа №5.

Порядок работы с ВП.

Следует заметить, что при практическом использовании ВП, исследователь использует только переднюю панель прибора (рис. 11).

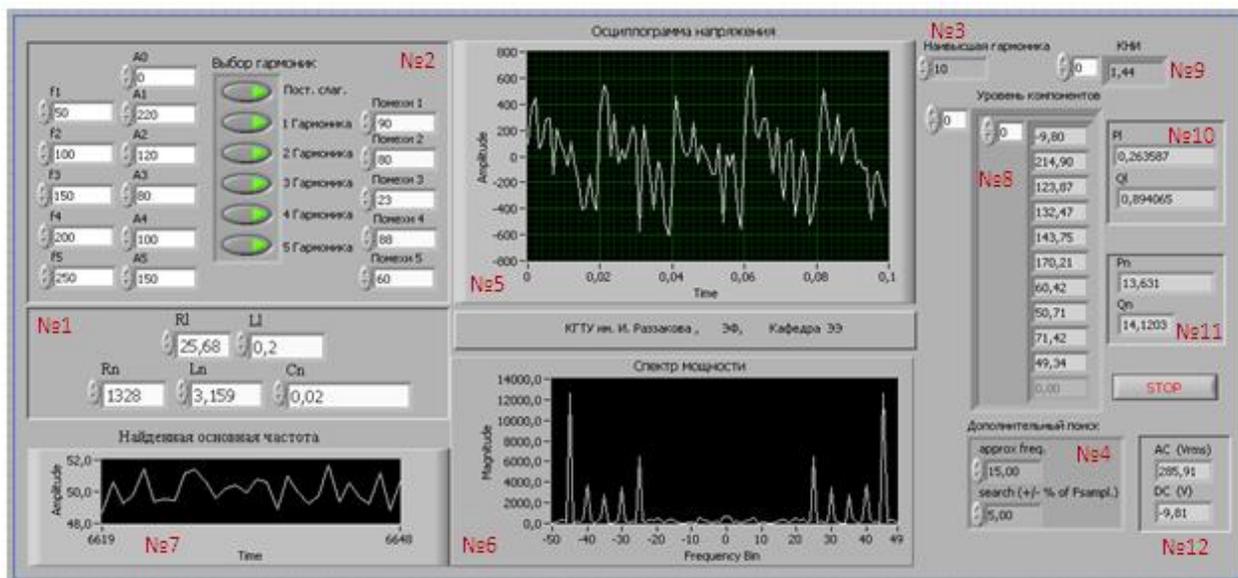


Рис. 11. Передняя панель ВП.

На рисунке 11 под номерами: №1, №2 – терминалы элементов управления, представляющие порты ввода информации в блок-диаграмму: №1 – для ввода параметров ВЛ и нагрузки; №2 – содержит элементы ввода параметров источника питания и элементы управления в виде кнопок, предназначенных для подключения имитаторов хаотических сигналов; – №3 – задает используемую для гармонического анализа гармонику (включая основной тон), например, для анализа по десяти гармоникам на входе устанавливается значение 10; – №4 – на входе «дополнительный поиск» задается частотный диапазон; – №5 – экран виртуального осциллографа, куда выводится информация о функциональной зависимости сигнала $u(t)$ (3); – №6, №7 – высвечиваются соответственно спектр мощности (спектральный состав сигнала $u(t)$) и зависимость частоты основной ведущей гармоники; – №8 – «уровень компонентов»: выдается массив амплитуд измеренных гармоник в вольтах при условии, что входной сигнал тоже задается в вольтах; – №9 – выдается значение КНИ в интервале до высшей гармоники; – №10, №11 – информация соответственно о потерях в ВЛ и нагрузке; – №12 - информация об оценённом значении переменного и постоянного напряжений входного сигнала, которая осуществляется после спектрального анализа сигнала и выделения постоянной составляющей, расположенной на нулевой частоте.

Порядок выполнения анализа.

1. Ввод параметров ВЛ и нагрузки.
2. Ввод параметров источника питания (амплитуды и частоты гармоник или интергармоник, амплитуды хаотических составляющих соответствующих гармоник; с помощью кнопок определяются гармоники участвующие в формировании общего сигнала (напряжение, действующее на входе электрической цепи)).
3. Задание значения номера наивысшей гармоники, используемого для гармонического анализа.
4. Пуск ВП и анализ полученных результатов численного эксперимента с помощью ВП.

3. Задание значения номера наивысшей гармоники, используемого для гармонического анализа.

4. Пуск ВП и анализ полученных результатов численного эксперимента с помощью ВП.

Пуск ВП осуществляется нажатием на кнопку в виде стрелки, расположенную сверху    

Прекращение работы ВП осуществляется нажатием на кнопку «STOP», расположенной на передней панели ВП.

Тестирование виртуального прибора и анализ результатов численного эксперимента.

Проверку работоспособности ВП проведем при следующих исходных данных: параметры провода ВЛ и нагрузки ($R_n = 25,68 \text{ Ом}$, $L_n = 0,002 \text{ Гн}$, $R_n = 1323 \text{ Ом}$, $L_n = 3,16 \text{ Гн}$, $C_n = 0,002 \text{ Ф}$).

I. Параметры источника питания: – амплитудное значение первой гармоники с частотой $f_1 = 50 \text{ Гц}$ примем равной $A_1 = 35 \cdot \sqrt{2} \approx 49,5 \text{ кВ}$. На первом этапе эксперимента синусоиду будем считать неискаженной.

Результаты численного эксперимента.

Потери в ВЛ: $P_{\Sigma} = 0,0112259 \cdot 10^3 \text{ кВт}$; при потребленной нагрузке активной мощности, равной $P_{\Sigma} = 0,578342 \cdot 10^3 \text{ кВт}$.

КНИ=0. Переменная и постоянная составляющие имеют значения, соответственно – $AC(V_{rms} = 35)$, $DC(V = 0)$. Графические зависимости сигнала (напряжения) и частоты от времени представлены на рисунках 12a и 12b. На рисунке 12c – частотный спектр сигнала.

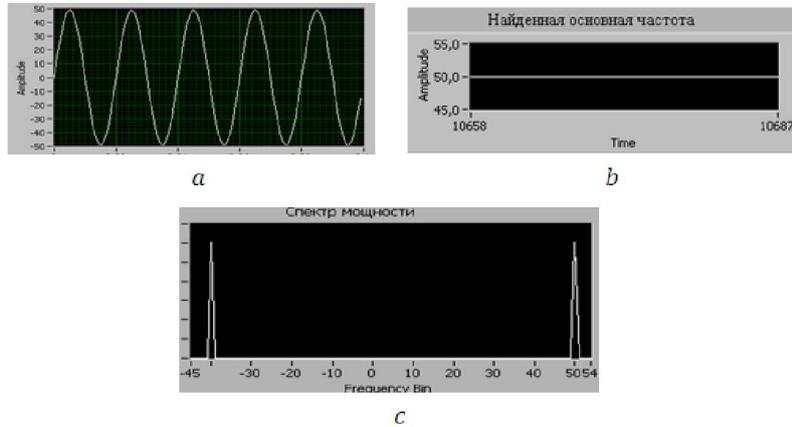


Рис. 12. Графические зависимости сигнала (напряжения) и частоты от времени, соответственно – a и b, c – частотный спектр сигнала.

II. Продолжим эксперимент при тех же исходных данных, только при искаженной синусоидальности сигнала. Предположим, что в результате искажения возникли пять гармоник с параметрами:

$f_1 = 50 \text{ Гц}, A_1 = 49,5 \text{ кВ};$ $f_2 = 100 \text{ Гц}, A_2 = 39,6 \text{ кВ};$ $f_3 = 150 \text{ Гц}, A_3 = 44,55 \text{ кВ};$
 $f_4 = 200 \text{ Гц}, A_4 = 14,85 \text{ кВ};$ $f_5 = 250 \text{ Гц}, A_5 = 24,75 \text{ кВ}.$ При этом хаотические составляющие сигнала отсутствуют.

Результаты численного эксперимента.

Потери в ВЛ: $P_{\Sigma} = 0,0175599 \cdot 10^3 \text{ кВт}$, при потребленной нагрузке активной мощности, равной $P_{\Sigma} = 0,904664 \cdot 10^3 \text{ кВт}$.

КНИ = 1,34. Переменная и постоянная составляющие имеют значение, соответственно – $AC(V_{rms} = 58,46)$, $DC(V = 0)$. Графические зависимости сигнала (напряжения) и частоты от времени при его искаженной синусоидальности представлены на рисунках 13a и 13b. На рис.13c – частотный спектр сигнала.

Следует отметить, что имеются аналогичные работы [4, 5], где проведены исследования по анализу влияния искаженности синусоидального напряжения на потери в ВЛ. Выводы, сделанные этими авторами в своих работах, согласуются с результатами данной работы, что подтверждает способность ВП адекватно описывать процессы в сети при наличии в ней причин, способствующих появлению высших гармоник.

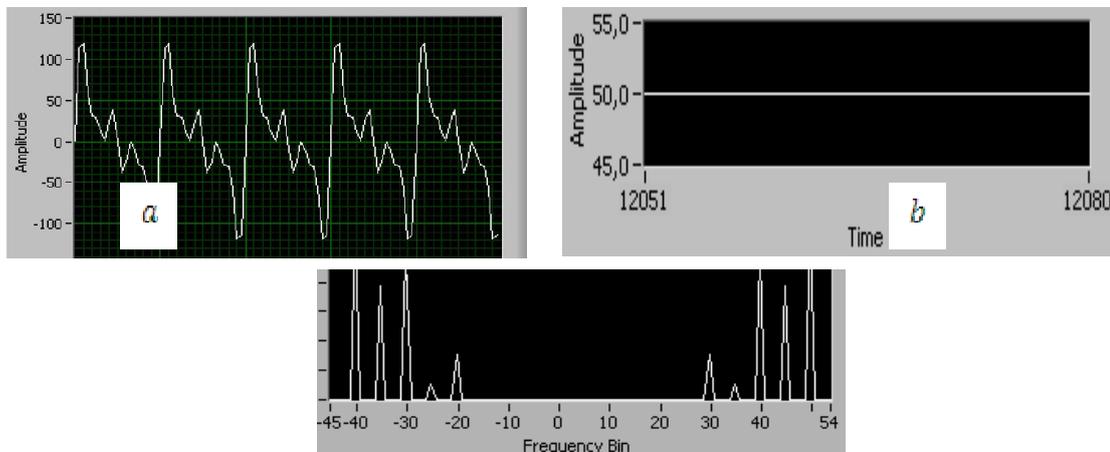


Рис. 13. Графические зависимости сигнала (напряжения) – a, частоты – b, частотный спектр сигнала – c от времени, при искаженной синусоидальности.

Например, из выше проведенного эксперимента, потери в ВЛ при отсутствии искаженности синусоиды напряжения равны $P_1 = 0,0112259 \cdot 10^3 \text{ кВт}$, при искаженной – $P_2 = 0,0175599 \cdot 10^3 \text{ кВт}$, т.е. потери увеличились на величину $0,0175599 \cdot 10^3 - 0,0112259 \cdot 10^3 = 0,006334 \cdot 10^3$, что в сравнении с величиной потерь при отсутствии искажений составляет 56,4%.

По утверждению [4], в зависимости от загрузки сети током основной частоты, уровня искажения синусоидальности тока, состава высших гармонических и других факторов добавочные потери изменяются в широких пределах, и в отдельные моменты времени величина добавочных потерь активной мощности в ВЛ может достигать 50% или более от величины потерь на основной частоте.

В научных публикациях, мы не нашли информации, затрагивающие изучение влияния хаотического режима работы электрической сети на потери электроэнергии в ЛЭП при искаженной синусоидальности тока.

Используя ВП, поставим численный эксперимент по исследованию выше отмеченного вопроса.

Исходные данные те же, что и во втором проведенном выше эксперименте. Отличие только в том, что мы добавляем стохастический процесс с заданным законом распределения. Далее при тех же исходных данных введем итергармонику и проанализируем, как она повлияет на потери.

Результаты численного эксперимента.

Численный эксперимент показал, что при появлении хаотических составляющих по каждой рассматриваемой гармонике (1-ая, 2-ая, 3-ая, 4-ая и 5-ая) с амплитудами, составляющими по 1-ой гармонике 24%, по 2-ой 30%, по 3-ей 27%, по 4-ой – 81% и по 5-ой – 49%, потери в ВЛ изменяются в широких пределах от 0 до 46% по сравнению с состоянием, когда хаотические составляющие отсутствовали.

Такое изменение дополнительных потерь в ВЛ, мы объясняем тем, что в исследуемой сети возникают дополнительные гармоники с частотами, кратными основной, и амплитудами, значения которых приведены на рисунке 14 б.

Как видно из осциллограммы рисунка 14 а, синусоидальность сигнала сильно искажена.

Обоснованием того, что возникли дополнительные гармоники, является спектральный состав (рис. 14 с), полученный при проведении эксперимента. Заметим, что количество возникающих гармоник при заданных параметрах эксперимента динамично изменяется, случайным образом от пяти до десяти.

В процессе функционирования ВП на экране виртуального осциллографа высвечивается график зависимости сетевой составляющей частоты (ССЧ) [6] от времени, откуда видно, что ССЧ изменяется также случайно и при заданных параметрах эксперимента ее значение изменяется в пределах от 49 до 51,5 Гц (рис. 14 d).

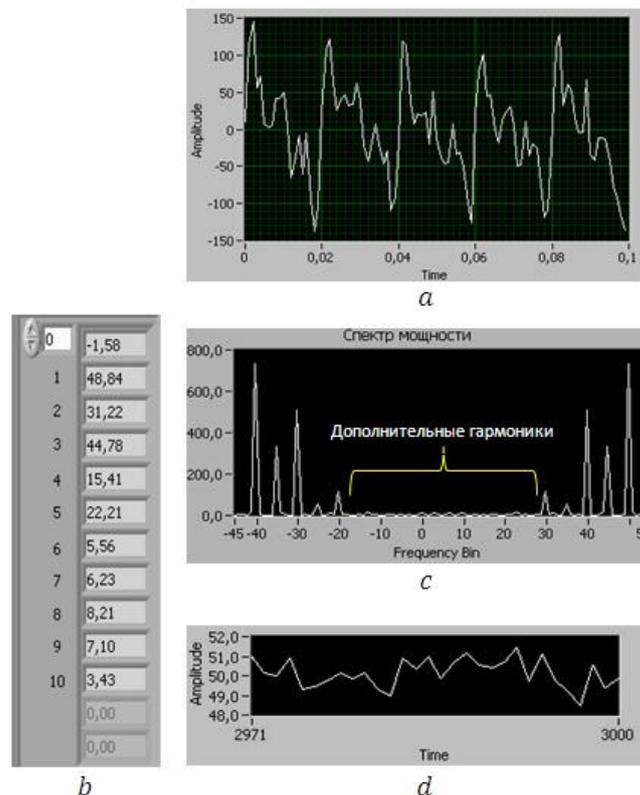


Рис. 14. Результаты численного эксперимента при наличии в составе сигнала хаотических составляющих.

Заключение. Итак, разработанный виртуальный прибор позволил нам установить, что при воздействии на сеть сигнала с искаженной синусоидой и при наличии в нем хаотической составляющей:

– ССЧ начинает изменяться случайно, при этом диапазон его изменения зависит от величины амплитуд хаотических составляющих;

– в сети возникают дополнительные гармоники, количество которых, также меняется случайно, при этом эти гармоники приводят к дополнительным потерям.

Литература:

1. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 536 с.
2. Бендаль Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 540 с., илл.
3. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники, ч. I, Линейные электрические цепи, изд. 4-е. - М.: Энергия, 1970. - 592 с. с илл.
4. Боровиков В.С., Харлов Н.Н. Оценка добавочных потерь активной мощности и электроэнергии в линиях с высоким коэффициентом искажения синусоидальности тока // <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Conferences/2010/K02/1001.pdf>
5. О необходимости включения добавочных потерь от высших гармоник тока в технологические потери при передаче электрической энергии / В. С.Боровиков, Н. Н. Харлов, Т. Б. Акимжанов. // Известия Томского политехнического университета / Томский политехнический университет (ТПУ). - Томск, 2013. - Т. 322, № 4: Энергетика. - С. 91-93.
6. Максимов Б.К., Арцишевский Я.Л., Климова Т.Г., Журавлев Д.М. Мониторинг частоты в переходных режимах работы электрической сети // Электричество. - 2010. - № 4. - С. 13-16.

Рецензент: к.т.н., профессор Ниязов Н.Т.
