

### СЕКЦИЯ 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.31: 681.513.2

#### ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ LABVIEW В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Кудайбергенова Асылбу Кудайбергеновна (0009-0004-5185-1283)<sup>1</sup>

Кыргызский Государственный Технический Университет имени И.Раззакова, Бишкек, Кыргызстан

**Аннотация:** *LabVIEW — мощная программная платформа, широко используемая в энергетике для широкого круга приложений. В этой статье будут рассмотрены ключевые особенности LabVIEW, которые сделали его таким популярным инструментом в энергетической отрасли, включая его гибкость, простоту использования и возможность взаимодействия с широким спектром инструментов и устройств. Также рассмотрим некоторые конкретные приложения LabVIEW в электроэнергетике, такие как сбор данных, системы управления, а также анализ.*

**Ключевые слова:** *мониторинг, анализ, виртуальный прибор, DAQ-система, устойчивость, система контроля, моделирование.*

#### ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСЫНДАГЫ LABVIEWнун ӨЗГӨЧӨЛҮГҮ

Кудайбергенова Асылбу Кудайбергеновна (0009-0004-5185-1283)<sup>1</sup>

И.Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университети, Бишкек, Кыргызстан

**Аннотация:** *LabVIEW – бул энергетика тармагында кеңири колдонулуучу кубаттуу программалык платформа. Бул макалада LabVIEWнун энергетика тармагында популярдуу куралга айландырган негизги өзгөчөлүктөрү, анын ичинде анын ийкемдүүлүгү, колдонуунун жөнөкөйлүгү жана инструменттердин жана түзүлүштөрдүн кеңири спектри менен өз ара иштешүүсү каралат. Биз ошондой эле LabVIEWдин энергетика тармагындагы айрым конкреттүү колдонмолорун, мисалы, маалыматтарды алуу, башкаруу системалары жана талдоолорду карап чыгабыз.*

**Өзөктүү сөздөр:** *мониторинг, анализ, виртуалдык аспап, DAQ системасы, туруктуулук, башкаруу системасы, моделдөө.*

#### FEATURES OF LABVIEW IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

Kudaibergenova Asylbu Kudaibergenovna (0009-0004-5185-1283)

Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan

**Annotation:** *LabVIEW is a powerful software platform widely used in the energy industry for a wide range of applications. This article will look at the key features of LabVIEW that have made it such a popular tool in the energy industry, including its flexibility, ease of use, and interoperability with a wide range of tools and devices. We will also look at some specific applications of LabVIEW in the power industry, such as data acquisition, control systems, and analysis.*

**Key words:** *monitoring, analysis, virtual instrument, DAQ system, stability, control system, modeling.*

## 1. Введение

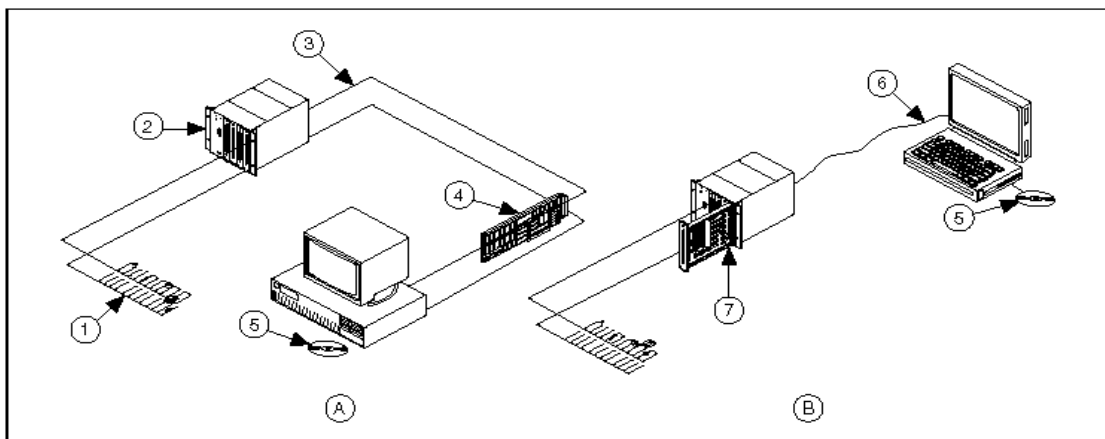
Среда исследования лабораторных виртуальных приборов LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) представляет собой язык прикладного графического программирования, используемую в качестве стандартного инструмента для проведения измерений, анализа их данных и последующего управления приборами и исследуемыми объектами. LabVIEW может использоваться на компьютерах с операционными системами Windows, MacOS, Linux, Solaris, HP-UX. Компьютер, оснащенный измерительно-управляющей аппаратной частью и LabVIEW, позволяет полностью автоматизировать процесс физических исследований. Создание любой программы для достижения этих целей (виртуального прибора) в графической

среде LabVIEW отличается большой простотой.

## 2. Материалы и методы исследования

### Компоненты DAQ-системы

На картинке продемонстрированы 2 варианта компоновки DAQ-системы. В варианте «А» DAQ-устройство встроено в ЭВМ, а в варианте «В» DAQ-устройство считается наружным. С наружным гаджетом разрешено выстроить DAQ-систему на базе компьютера без доступных слотов расширения, например, к применению портативных компьютеров. Компьютер и DAQ-часть связываются между собой через аппаратные интерфейсы, такие как параллельный порт, логический порт и сетевые карты (Ethernet). Фактически эта система считается образцом удаленного управления DAQ-устройством.



- |                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. Датчики                      | 5. Программное обеспечение     |
| 2. Модуль согласования сигналов | 6. Связь с параллельным портом |
| 3.Согласованные сигналы         | 7. Внешний DAQ-модуль          |
| 4.Встроенное DAQ-устройство     |                                |

Рисунок 1. DAQ-устройство.

Главной задачей, решаемой DAQ-системами, считается задача измерения или генерации физических сигналов в настоящем времени. Пред тем как компьютерная система измерит физический сигнал, приемник или усилитель обязан изменить физический сигнал в электрический, например, ток или напряжение. Встроенное DAQ-приспособление нередко рассматривается абсолютная DAQ-система, хотя практически это только один из компонент системы. В отличие от самостоятельных устройств измерения, не всегда возможно соединение напрямую источника сигналов с встроенным DAQ-устройством. В этих случаях необходимо использовать дополнительные модули согласования сигналов пред тем как DAQ-устройство преобразует их в числовой формат. Программные средства DAQ-систем включают в себя: сбор данных, анализ данных и представление итогов. (Севостьянов А.О., Каратаев В. В. 07.08.2018)

DAQ-прибора изготовления фирмы NI поставляются в наборе с драйверами NI-DAQ. NI-DAQ взаимодействует и управляет измерительными приборами National Instruments, включая такие DAQ-устройства как функциональные приборы ввода-вывода сигналов (MIO) серии E, SCXI модули согласования сигналов и модули согласования сигналов. NI-DAQ считается расширенной библиотекой функций, которые разрешено вызывать

из среды создания приложений, например, LabVIEW, для программирования всех возможностей измерительного прибора NI.

Программирование измерительного прибора NI может быть как в программных пакетах National Instruments: LabVIEW, LabWindows/CVI и Measurement Studio, так и в любой среде программирования, поддерживающей вызовы динамических библиотек (DDL) с внедрением ANSI C интерфейса. Внедрение хоть какого либо программного снабжения NI значительно уменьшает время, потраченное на создание приложений сбора этих данных:

- LabVIEW гарантирует сбор данных с поддержкою LabVIEW DAQ - комплекса виртуальных устройств для программирования измерительных приборов NI.
- LabWindows/CVI владеет совершенную встроенную поддержку ANSI C окружения, программирование измерительных приборов NI производится с помощью библиотеки сбора данных LabWindows/CVI Data Acquisition library.
- Инструменты программирования Measurement Studio предусмотрены для создания тестовых программ и приложений сбора данных в среде Microsoft Visual Studio .NET. Measurement

## Технические науки

Studio владеет поддержку Visual C#, Visual Basic .NET и Visual C++ .NET

Комплекс исследования приложений сбора данных состоит из среды программирования, MAX и NI-DAQ. MAX считается высокоуровневым приложением, которое используется для

испытания и опции DAQ-прибора. NI-DAQ состоит из последующих программных интерфейсов:

- обычный NI-DAQ
- NI-DAQmx
- NI-SWITCH



Рисунок 2. Сбор данных

### Работа с реальными сигналами

Ввиду того, что LabVIEW – среда программирования, используемая главным образом для проведения измерений, анализа их данных, последующего управления приборами и исследуемыми объектами, особую важность представляет методика работы с сигналами, полученными от реальных объектов. В данном приложении приведены более подробные, чем в основном тексте, указания по работе с такими объектами.

В дифференциальном режиме входа (Differential – DIFF) выводы DAQ устройства разбиваются на пары. Каждая пара выводов образует один канал. Ни один из вводов дифференциальной системы измерения не соотносится к

какой-либо фиксированной базисной точке, например земле. Считывание сигнала производится между положительным и отрицательным выводами одного канала. Пара выводов при такой схеме называется АСН(+) и АСН(-).

В двух других схемах измерений каналы образуются для каждого вывода в отдельности. Измерения проводятся для каждого канала относительно земли. В режиме с общим проводом, заземленном в конце (Referenced Single- Ended Ground - RSE) измерение осуществляется относительно точки АIGND, которая соединяется непосредственно с землей измерительной системы. В режиме с общим проводом, незаземленном в конце (Non-referenced Single- Ended - NRSE)

измерение осуществляется относительно контрольной точки аналогового входа AISENSE, потенциал которой может

быть отличным от потенциала земли измерительной системы AIGND.

В табл. 1 приводятся шесть возможных вариантов схем измерения.

Таблица 1. Варианты схем измерения

| Вход<br>Input  | Тип источника сигнала                                  |  |
|--|--|--|
|  | «Плавающий» источник сигнала<br>Floating Signal Source | Заземленный источник сигнала<br>Grounded Signal Source |
| Дифференциальный<br><br>Differential (DIFF)  |  |  |
| С общим проводом, заземленном в конце<br>Single- Ended Ground Referenced (RSE)         |  |  |
| С общим проводом, не заземленном в конце<br>Single - Ended Ground Nonreferenced (NRSE) |  |  |

Выбор конфигурации входа зависит от конкретной задачи.

В приложении MAX имеется возможность вызвать тестовую панель, в которой можно протестировать все функции DAQ-устройства(рис. П4). Каждой задаче соответствует своя закладка: Analog Input – аналоговый ввод, Analog Output – аналоговый вывод, Counter I/O – управление

счетчиком/таймером, Digital I/O – цифровой ввод-вывод.

DAQmx драйверы.

Для устройств поддерживаемых DAQmx-драйверами также существует тестовая панель, функции которой аналогичны тестовой панели классических драйверов (рис. 3).[1,2]

В MAX имеется возможность в сохранить в файл (Export) и восстановить из файла (Import) настройки. После того

как система, устройства, шкалы и каналы настроены, вы можете сохранить настройки в файл, например для того, чтобы позже к ним можно было вернуться.

MAX является основным конфигурационным и тестовым приложением для DAQ-устройств.

Частота дискретизации (отсчетов)

Дискретизация сигнала заключается в том, что при считывании аналоговых реальных сигналов DAQ устройством каждой точке присваивается некоторый уровень, дискретное число. Если соединить точки сигнала и вывести на экран его изображение, то оно будет похоже на реальный сигнал (рис. 4).

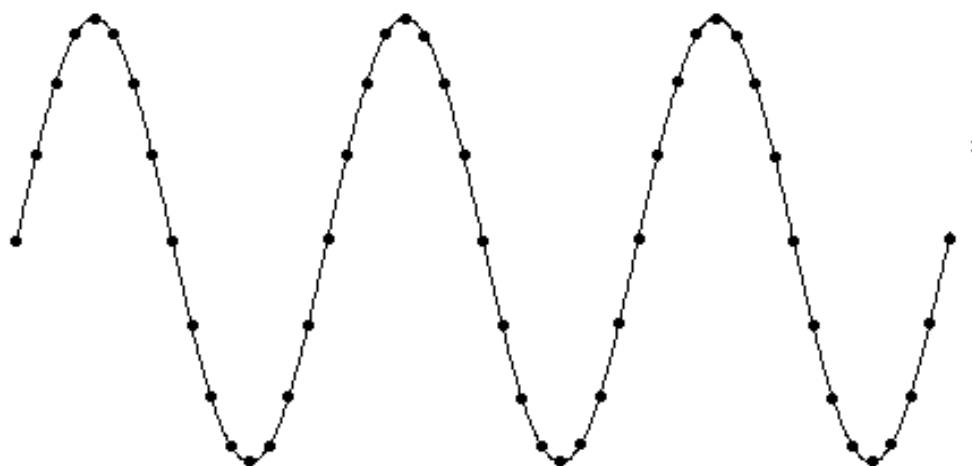


Рисунок 3. Текстовая панель функции.

Небольшая частота дискретизации проявляется в наложении спектра, которое искажает представление об исходном сигнале. В результате может получиться так, что отсчитанный сигнал

окажется сигналом с совсем другой частотой, чем исходный сигнал. Это хорошо показано на рис.6.4. Избежать подмены частот можно увеличением частоты дискретизации сигнала.

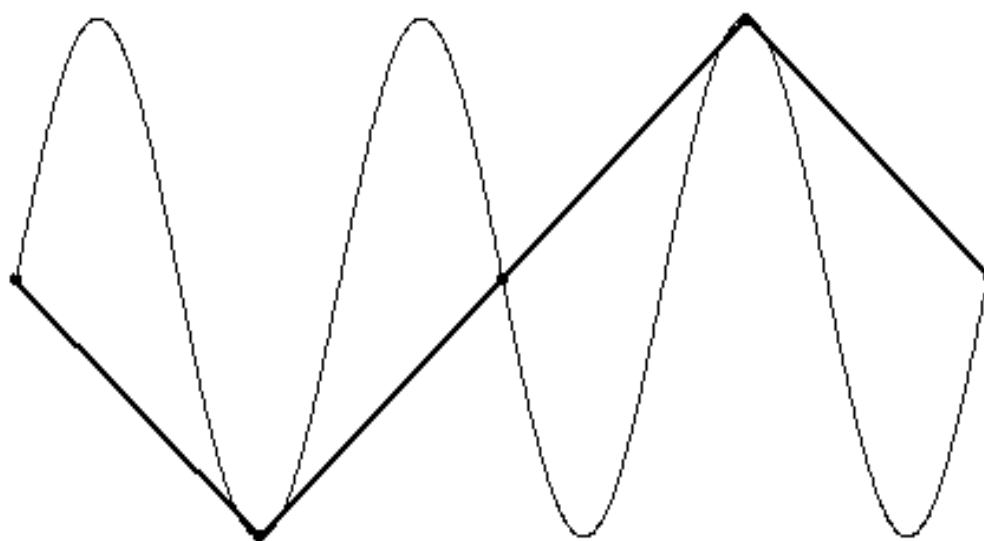


Рисунок 4. Отсчитанный сигнал другой частоты

В соответствии с теоремой Котельникова (теоремой отсчетов) сигнал следует считать с частотой дискретизации по крайней мере вдвое большей, чем частота наивысшей гармоники в сигнале. В таком случае исходный сигнал можно полностью восстановить.

Один из наиболее важных факторов при работе с аналоговым входом и выходом измерительной системы – это частота, с которой измерительное устройство считывает входящий сигнал или генерирует исходящий. Это частота называется частотой дискретизации или частотой отсчетов. Она определяет, с какой частотой аналого-цифровое или цифро-аналоговое преобразование производить. Большая частота сканирования позволяет считать больше точек в заданное время и может сформировать более точное представление об исходном сигнале в отличие от меньшей частоты дискретизации. (Севостьянов А.О., Каратаев В.В 07.08.2018)

### **3. Результаты исследования**

Одной из ключевых особенностей LabVIEW является его гибкость. Это графический язык программирования, который позволяет пользователям создавать собственные программы, соединяя графические объекты или значки. Такой подход позволяет пользователям быстро и легко создавать собственные приложения, отвечающие их конкретным потребностям. Гибкость LabVIEW делает его идеальным инструментом для широкого спектра приложений в энергетической отрасли, от систем сбора данных и управления до мониторинга и анализа.

Еще одной ключевой особенностью LabVIEW является простота использования. Графический язык

программирования, используемый в LabVIEW, интуитивно понятен и прост в использовании даже для пользователей с небольшим опытом программирования или без него. Это делает его идеальным инструментом для инженеров и техников, которым необходимо быстро создавать пользовательские программы для сбора данных, систем управления или мониторинга и анализа.

LabVIEW также имеет возможность взаимодействия с широким спектром инструментов и устройств, что делает его идеальным инструментом для энергетической отрасли. Программное обеспечение включает в себя обширную библиотеку драйверов и программных модулей, которые позволяют ему взаимодействовать с широким спектром инструментов и устройств. Это позволяет пользователям легко интегрировать LabVIEW в свои существующие системы и быстро взаимодействовать с новыми инструментами или устройствами по мере их появления.

Сбор данных — одно из ключевых применений LabVIEW в энергетике. LabVIEW можно использовать для создания пользовательских систем сбора данных, которые позволяют пользователям отслеживать и анализировать широкий спектр параметров, таких как температура, давление и напряжение. Программное обеспечение включает ряд инструментов и функций, которые позволяют пользователям собирать, хранить и анализировать данные, включая инструменты для обработки сигналов и визуализации данных.

Еще одно ключевое применение LabVIEW в энергетике — системы управления. LabVIEW можно

использовать для создания пользовательских систем управления для широкого круга приложений, таких как производство, распределение и передача электроэнергии.

Программное обеспечение включает в себя ряд инструментов и функций, которые позволяют пользователям проектировать и внедрять сложные системы управления, включая инструменты для системного моделирования, симуляции и тестирования.

Наконец, LabVIEW также широко используется в энергетике для мониторинга и анализа. Программное обеспечение включает ряд инструментов и функций, которые позволяют пользователям отслеживать и анализировать широкий спектр параметров, таких как качество электроэнергии, анализ отказов и балансировка нагрузки. LabVIEW можно использовать для создания пользовательских систем мониторинга, которые предоставляют данные и оповещения в режиме реального времени, позволяя пользователям быстро реагировать на проблемы и оптимизировать производительность системы.

Одним из примеров использования LabVIEW в электроэнергетике является мониторинг и анализ качества электроэнергии. Качество электроэнергии является критическим параметром в электроэнергетике, так как от него зависит производительность и срок службы оборудования, а также безопасность персонала. LabVIEW можно использовать для создания пользовательских систем мониторинга, которые позволяют пользователям отслеживать и анализировать параметры

качества электроэнергии в режиме реального времени.

На базе индивидуального компьютера можно создать целую измерительную систему, в которую можно подключить DAQ-приспособление. При данном DAQ-устройство лишь преобразует поступающий сигнал в дискретную форму, читаемую компьютером. Это означает, что одно и то же DAQ-устройство может производить множество различных измерение с помощью различных программ, которые считывают, обрабатывают данные. Хотя подобная гибкость позволяет применять только одно техническое устройство для большого количества видов измерений, будет нужно существенное время для исследования соответственных программ. Посодействовать в данной ситуации может LabVIEW, которая включает в себя очень много функций для сбора данных и их последующего анализа.

В первой строке каждой таб.1–2 содержится график изменения угла ротора  $\delta(t)$  по времени, во - второй и третьей строках - его составляющие, т.е. единственные гармонические колебания с наибольшей амплитудой и остаточные составляющие. Они получены, как было отмечено выше, благодаря использованию в виртуальном приборе функции Extract Single Tone Information («Извлечь информацию о единственном гармоническом колебании»).

В правой части таблицы содержатся фазовые портреты и спектры зависимости  $\delta(t)$ . В фазовых портретах представлены фазовые траектории. Координаты каждой точки траектории показывают значения угла  $\delta$  ротора в градусах (ось абсциссы) и его угловой скорости в град/с (ось ординат) в текущий момент времени  $t$ .

Таблица 1. Графическое представление режима работы генератора при

$$P_T = 0,8; P_m = 2,222$$

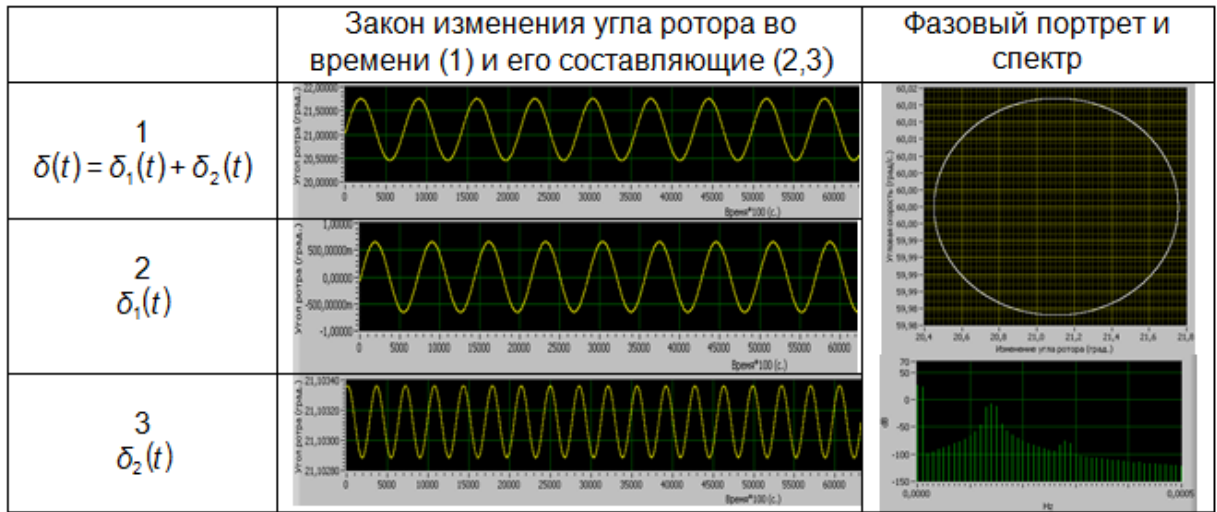
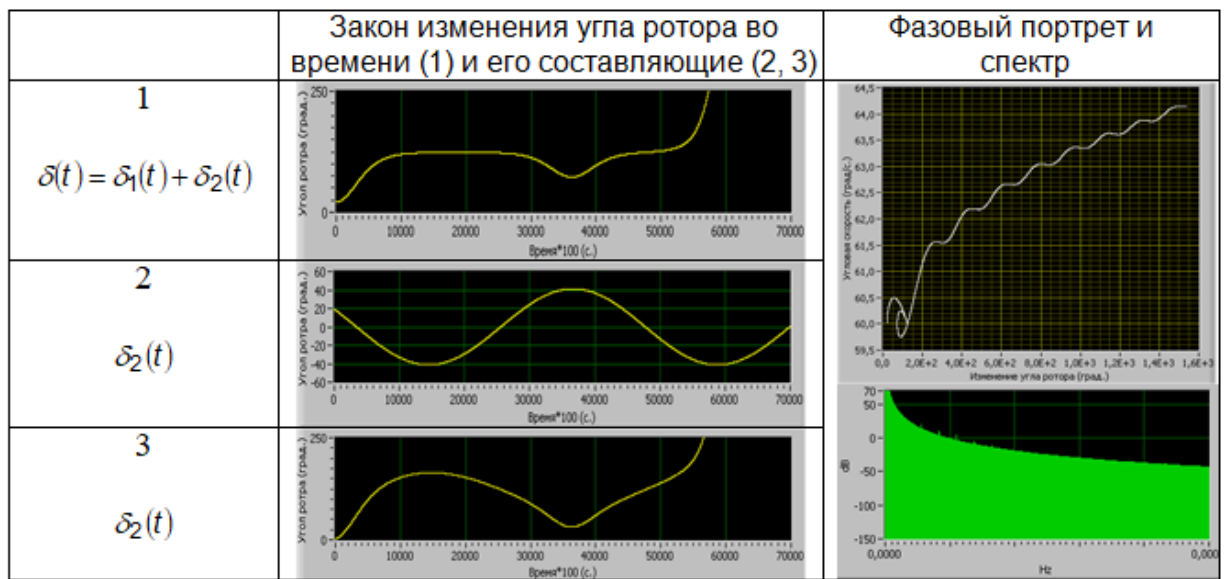


Таблица 2. Графическое представление режима работы генератора при

$$P_T = 0,8; P_m = 0,9633518547$$



#### 4. Дискуссия

Итак, полученные результаты представляют интерес в плане расширения знаний о круге возможном поведении генератора. Особенно важным представляется установленное существование областей значений параметров, при которых система

демонстрирует хаотические аттракторы различного типа.

Хаотический режим особенно затрудняет работу синхронных генераторов, поскольку хаотические режимы имеют широкополосный спектр частот и могут индуцировать гармоники тока и напряжения, опасные для

функционирования синхронных генераторов.

[Электронный ресурс].  
URL:<http://do.gendocs.ru/docs/239552.html> (дата обращения:07.08.2018)

## 5. Выводы

В заключение следует отметить, что LabVIEW — это мощная программная платформа, ставшая основным продуктом в энергетической отрасли. Его гибкость, простота использования и возможность взаимодействия с широким спектром инструментов и устройств делают его идеальным инструментом для широкого спектра приложений, включая сбор данных, системы управления, а также мониторинг и анализ. Поскольку энергетическая отрасль продолжает развиваться, LabVIEW, вероятно, останется важным инструментом для инженеров и техников, которым необходимо быстро создавать специальные программы и системы для удовлетворения своих конкретных потребностей.

## 6. Список литературы

1. Севостьянов А.О., Каратаев В.В. Применение среды LabVIEW для исследования переходных процессов в нелинейных цепях с кусочно-линейными характеристиками

2. 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// [Известия вузов](#) КР. – 2016.– №6

3. Маркович И. М. Режимы энергетических систем. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1957. - 271 с.

4. Фельдман Л.П. Параллельные алгоритмы моделирования динамических систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями// Электронное моделирование. – 2004. – Т. 26, № 1. – С. 19–30.

5. Schuster H.G., Just W. Deterministic Chaos: An Introduction, 4th edition. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005.