**Новосибирский государственный технический университет**

**Калькулятор для расчёта напряжений в системе энергоснабжения**

**Описание программы**

**18.05.2024**

**Содержание**

[Аннотация 3](#_Toc166740053)

[1. Общие сведения 4](#_Toc166740054)

[2. Функциональное назначение 5](#_Toc166740055)

[3. Описание использованных моделей 6](#_Toc166740056)

[4. Описание логической структуры 9](#_Toc166740057)

[5. Вызов и загрузка 11](#_Toc166740058)

[6. Входные данные 12](#_Toc166740059)

[7. Выходные данные 13](#_Toc166740060)

[8. Видеокадры 14](#_Toc166740061)

# Аннотация

В данном программном документе содержится описание калькулятора для расчёта напряжений в системе энергоснабжения.

Настоящее описание разработано в соответствии с ГОСТ 19.402-78.

# 1. Общие сведения

## 1.1. Наименование и обозначение

Наименование (полное): Калькулятор для расчёта напряжений в энергосистеме

Наименование (краткое): Калькулятор для расчёта напряжений

Обозначение: Калькулятор

## 1.2. Версия, сборка, язык программирования

Версия: 10.0.22621

Сборка: 22621

Язык программирования: Python 3.12.0

## 1.3. Условия выполнения

Условия выполнения (технические средства и программное обеспечение, необходимые для функционирования):

* IBM PC-совместимый персональный компьютер в составе:
  + процессор 1 ГГц или выше,
  + оперативная память 1 Гб или выше,
  + видеоадаптер и монитор SVGA или выше,
  + свободное место на жёстком диске (после установки рекомендованных программных средств) 50 Мб или больше,
  + устройства взаимодействия с пользователем – клавиатура и мышь,
* операционная система – Windows XP/Vista/7/8/10/11,
* программа для работы с электронными таблицами – Excell 2010/2013/2016/2019,
* файловый менеджер – проводник (или аналогичный).

# 2. Функциональное назначение

## 2.1. Назначение

Калькулятор предназначен для расчёта значений напряжений в энергосистеме при изменении положения выключателей и записи этих значений в таблицу формата xlsx.

## 2.2. Функции

Основные функции:

* инициализация входных данных,
* расчёт электрического режима работы энергосистемы,
* моделирование режима управления энергосистемой (ручного),
* отображение:
  + схемы коммутации,
  + органов управления положением выключателей,
  + полей вывода значений
    - проводимостей,
    - ЭДС источников напряжения,
    - потенциалов всей энергосистемы,
    - узловых потенциалов,
* запись значений узловых потенциалов во внешний файл.

# 3. Описание использованных моделей

## 3.1. Базовая схема выдачи мощности

Базовая схема электрической сети энергосистемы приведена на рисунке 3.4.1.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.1.1 – Базовая схема электрической сети энергосистемы для расчёта электрического режима | |

## 3.2. Схема замещения электрической сети энергосистемы для расчёта режима

Схема замещения электрической сети энергосистемы приведена на рисунке 3.2.1.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3.2.1 – Схема замещения электрической сети энергосистемы для расчёта электрического режима | |

Соотношение между элементами схемы системы энергоснабжения и схемы замещения её электрической сети дано в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 – Соотношение между элементами схемы системы энергоснабжения и схемы замещения её электрической сети

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Схема системы энергоснабжения | | Схема замещения | |
| Обозначение | Тип элемента | Обозначение | Тип элемента |
| Г1 – Г4 | Генератор | E1 – E4 | Источник ЭДС |
| Y1, Y2, Y17, Y18 | Проводимость, соответствующая продольному сопротивлению генератора |
| В1 – В8  В10 – В11  В21 – В24 | Выключатель | Y5, Y6, Y9, Y10, Y13, Y14, Y15, Y16, Y30, Y29, Y7, Y8, Y21, Y22 | Проводимость выключателя |
| Отсутствует | Нагрузка | Y3, Y4, Y11, Y12, Y19, Y20, Y23, Y24, Y31 | Проводимость, соответствующая комплексному сопротивлению линии |

## 3.3. Математическая модель режима электрической сети

Математической моделью режима электрической сети является система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) узловых потенциалов. Решение СЛАУ осуществляется методом Гаусса.

## 3.4. Режимы управления

Моделируется только ручной режим управления.

# 4. Описание логической структуры

## 4.1. Алгоритм программы

Алгоритм программы представлен на рисунке 4.1.1. После запуска и загрузки исходных данных программы пользователю предлагается выбрать положение выключателей, запустить расчёт значений напряжений и сохранение этих значений во внешний файл.

## 4.2. Используемые методы

Используемые методы перечислены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Используемые методы

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Описание |
| Процедурное программирование | Программирование на императивном языке, при котором последовательно выполняемые операторы объединены в подпрограммы. |
| Структурное программирование | Парадигма программирования, в основе которой лежит представление программы в виде иерархической структуры блоков. Программа состоит из трёх базовых управляющих конструкций:   1. последовательность, 2. ветвление, 3. цикл.   Используются подпрограммы. |
| Метод Гаусса | Метод расчёта системы линейных алгебраических уравнений режима электрической сети. |
| Метод комплексных чисел | Метод представления синусоидальных функций функциями с комплексными числами. |

## 4.3. Структура программы с описанием функций составных частей и связи между ними

Калькулятор является модульной программой, связанной с рядом файлов, содержащих исходные и выходные данные:

1. исполняемые файлы:
   * .exe – исполняемый файл,
2. файлы исходных данных:
   * .png – изображение схемы энергосистемы,
   * .xlsx – инициализационные файлы элементов энергосистемы,
3. файлы выходных данных:
   * .xlsx – рассчитанные программой значения.

## 4.4. Связи программы с другими программами

Связи программы с другими программами отсутствуют.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4.1.1 – Алгоритм программы |

# 5. Вызов и загрузка

## 5.1. Способы вызова программы с носителя данных

Калькулятор запускается на компьютере в совместимой операционной системе (Windows) с помощью встроенного файлового менеджера (Проводник) выполнением двойного щелчка мыши на исполняемом файле программы (.exe), расположенном в корневом каталоге программы.

## 5.2. Объём программы

Объём программы составляет 40 Мб.

# 6. Входные данные

Входными данными для Программы являются:

* матрица соединений,
* матрица проводимостей,
* матрица источников тока,
* матрица источников ЭДС.

Входные данные оформлены в виде Excell таблицы с расширениями .xlsx. Просмотр и редактирование этих файлов возможно с помощью программы Microsoft Excel.

# 7. Выходные данные

Выходными данными Программы являются:

* значения узловых напряжений.

Значения узловых напряжений записываются в Excell таблицу формата .xlsx.

# 8. Видеокадры

Главное окно Калькулятора содержит один видеокадр (рис. 8.1).

Изменение положений выключателей осуществляется кнопками в правом верхнем углу.

При нажатии на кнопку «Рассчитать и сохранить» в правом нижнем углу выводятся рассчитанные значения напряжений во всей сети U и узловых напряжений X, а также значения узловых напряжений записываются в файл X.xlsx.

Если конфигурация положений выключателей приводит к неопределённости решения, то программа выводит оповещение об ошибке (рис. 8.2).

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 8.1 – Главное окно программы |

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 8.2 – Оповещение об ошибке |