

**ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ НТИ
на базе НИУ "МЭИ"**

ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ



**Центр НТИ «Технологии транспортировки электроэнергии и
распределенных интеллектуальных энергосистем»**

УТВЕРЖДЕНО

Директор
Центра НТИ МЭИ

А.А. Волошин.

«21» 07 20 25 г.



**Документация, содержащая информацию, необходимую для
эксплуатации экземпляра программного обеспечения**

Состав программного обеспечения:

*Программный модуль «Модуль эквивалентирования схемы электрической
сети»*

РАЗРАБОТЧИК

Начальник отдела
ОНИ НТИ МЭИ

Е.А. Волошин.

«21» 07 20 25 г

СОГЛАСОВАНО

Ведущий научный сотрудник
ОНИ НТИ МЭИ

А.А. Лебедев.

«21» 07 20 25 г

Москва 20 25 г

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие сведения.....	3
2.	Краткий обзор	3
3.	Описание файла конфигурации EENCRegistration.json.....	5
4.	Описание файла результата работы ПО EQUIVALENT.json	6

1. Общие сведения

Настоящий документ распространяется на программное обеспечение «Программный модуль «Модуль эквивалентирования схемы электрической сети».

Программное обеспечение «Программный модуль «Модуль эквивалентирования схемы электрической сети» – взаимосвязанный и неразрывный комплект программного обеспечения, в который входят программные компоненты: файл конфигурации в формате JSON, модуль эквивалентирования схемы электрической сети., реализующий бизнес-логику модуля.

Программное обеспечение «Программный модуль «Модуль эквивалентирования схемы электрической сети» предназначено для синтеза эквивалента схемы электрической сети и расчета параметров эквивалента схемы электрической сети.

Синтез эквивалента схемы электрической сети основан на методе эквивалентного генератора. Где к каждой граничной точке, соединяющей эквивалентлируемую и исследуемую части электрической сети, присоединены эквивалентные линейное сопротивление и источник ЭДС. Помимо указанных элементов, эквивалент учитывает взаимные магнитные сопротивления между ветвями эквивалента (ветвями каждой граничной точки). Параметры эквивалента представляют из себя матрицу ЭДС источников и матрицу линейных сопротивлений и взаимных магнитных сопротивлений. Для определения параметров эквивалента используются опыты холостого хода и короткого замыкания эквивалентлируемой части электрической сети в граничных точках.

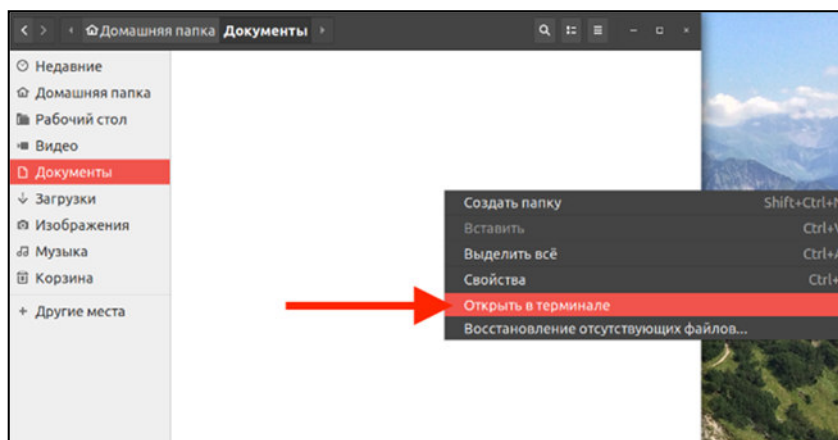
Указанное программное обеспечение может быть использовано в качестве отдельного приложения, так и может быть интегрировано в состав программных модулей ПАК ЦДЭС и осуществлять обмен сообщениями со смежными приложениями посредством брокера сообщений Apache Kafka.

2. Краткий обзор

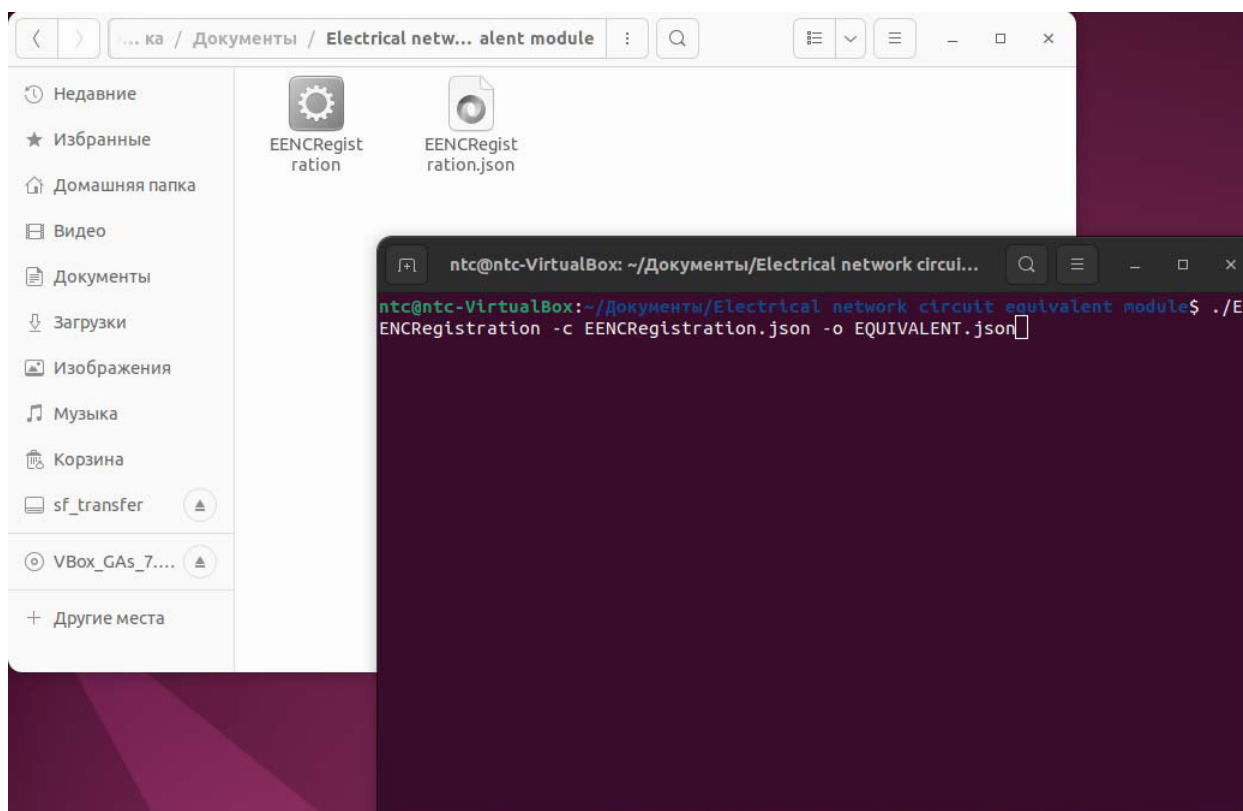
Для работы с программным обеспечением «Программный модуль «Модуль эквивалентирования схемы электрической сети» необходимо выполнить шаги:

- Согласно «Инструкции по установке экземпляра ПО «Модуль эквивалентирования» выполнить установку ПО.

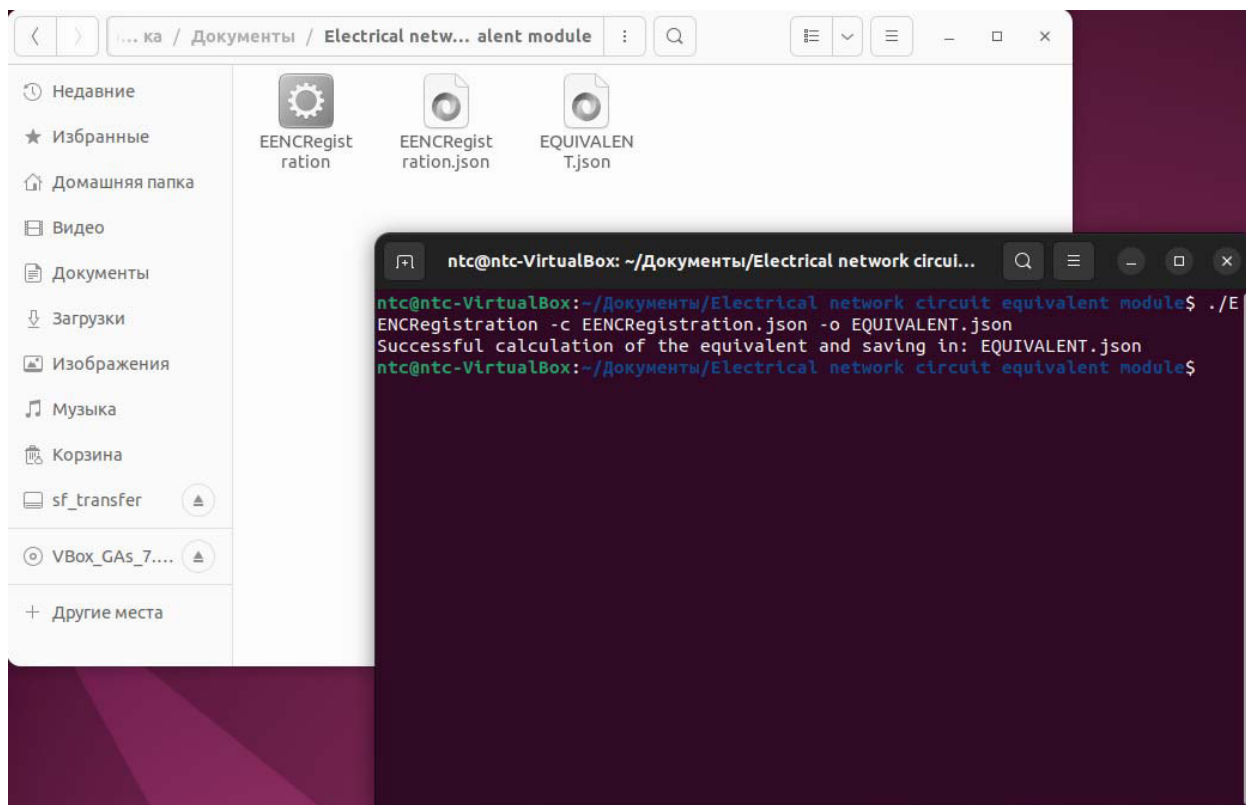
- Перейти в директорию с ПО «Модуль эквивалентирования схемы электрической сети» и нажать правой кнопкой мыши на свободное место в каталоге. Далее в контекстном меню выбрать действие «Открыть в терминале» / «Open in terminal».



- Выполнить в консоли команду **sudo ./EENCRegistration -c EENCRegistration.json -o EQUIVALENT.json**.



- Убедиться о наличии в консоли сообщения «Successful calculation of the equivalent and saving in: EQUIVALENT.json».
- Убедиться о наличии в директории с ПО сгенерированного файла EQUIVALENT.json в формате JSON, который является результатом выполнения ПО.



- Для проверки корректности работы ПО необходимо открыть файлы EQUIVALENT.json и EENCRegistration.json убедиться, что данные, содержащиеся в файлах, соответствуют данным, приведенным в п. 3 и п. 4.

3. Описание файла конфигурации EENCRegistration.json

В JSON-файле приведена конфигурация участка электрической схемы, для которой необходимо выполнить эквивалентирование. Конфигурация участка электрической схемы представлена в виде внутренней информационной модели элементов схемы и связей между элементами.

Помимо конфигурации участка электрической схемы в JSON-файле приведена конфигурация (описание) задачи для эквивалентирования. Эта конфигурация представляет из себя описание точек-границ эквивалента, посредством которых эквивалент будет связан с неэквивалентируемой частью схемы сети.

```
{
  "phcimConfiguration": {
    "simulationID" : "",
    "simulationConfiguration" : {
      "nominalFrequency" : 50,
      "timeOfCalculationMs" : 0
    },
    "modelConfiguration" : {
      "elements": {
```

```

"C1": {
  "type": "POWER_SYSTEM_EQUIVALENT",
  "name": "C1",
  "settingsPrimitive": {
    "VOLTAGE_LINE_TO_LINE": 110,
    "ANGLE_OF_PHASE_A": 10,
    "IMPEDANCE_POS_SEQ": 1,
    "ANGLE_OF_IMPEDANCE_POS_SEQ": 45,
    "IMPEDANCE_NEG_SEQ": 1,
    "ANGLE_OF_IMPEDANCE_NEG_SEQ": 45,
    "IMPEDANCE_ZERO_SEQ": 5,
    "ANGLE_OF_IMPEDANCE_ZERO_SEQ": 70
  }
},
"connections": {
  "onePhaseConnections": [],
  "threePhaseConnections": [],
  "threePhaseGroundConnections": [],
  "onePhaseGroundConnections": []
},
"id": "ID_EQUIVALENT",
"equivalentSides": [
  {
    "id": "PORT_1A",
    "idElement": "C1",
    "sideElement": "FIRST",
    "phase": "A"
  },
  {
    "id": "PORT_1B",
    "idElement": "C1",
    "sideElement": "FIRST",
    "phase": "B"
  },
  {
    "id": "PORT_1C",
    "idElement": "C1",
    "sideElement": "FIRST",
    "phase": "C"
  }
]
}

```

4. Описание файла результата работы ПО EQUIVALENT.json

В JSON-файле приведено описание сгенерированного элемента «эквивалент». Элемент описывают параметры – значения ЭДС каждого источника ЭДС и значения линейных сопротивлений, которые присоединяются к точкам-граница, посредством которых

эквивалент присоединяется к неэквивалентуемому участку электрической сети. Помимо указанных параметров элементы описывают взаимные магнитные сопротивления между всеми линейными сопротивлениями.

```
{
  "id" : "ID_EQUIVALENT",
  "emfValues" : {
    "rows" : 3,
    "cols" : 1,
    "values" : [
      {
        "real" : -40.822495942638085,
        "imag" : 48.650356199000136
      },
      {
        "real" : -21.721196400176826,
        "imag" : -59.67849663171182
      },
      {
        "real" : 62.5436923428149,
        "imag" : 11.028140432711691
      }
    ]
  },
  "zValues" : {
    "rows" : 3,
    "cols" : 3,
    "values" : [
      {
        "real" : 1.0414380944500656,
        "imag" : 2.0375588890748704
      },
      {
        "real" : 0.3343313111327688,
        "imag" : 1.3304521080399465
      },
      {
        "real" : 0.334331311791763,
        "imag" : 1.3304521066824482
      },
      {
        "real" : 3.3433131263789395e-1,
        "imag" : 1.330452107931903
      },
      {
        "real" : 1.0414380920438733,
        "imag" : 2.0375588898138477
      },
      {
        "real" : 0.334331311791763,
        "imag" : 1.3304521066824482
      }
    ]
  }
}
```

```

    },
    {
      "real" : 3.3433131263789395e-1,
      "imag" : 1.330452107931903
    },
    {
      "real" : 0.3343313111327688,
      "imag" : 1.3304521080399465
    },
    {
      "real" : 1.0414380926069962,
      "imag" : 2.0375588873605355
    }
  ]
},
"accessValues" : {
  "PORT_1A" : 2,
  "PORT_1B" : 1,
  "PORT_1C" : 0
}
}

```