



**НГТУ
НЭТИ**

Новосибирский Государственный Технический Университет

Применение PSCAD на факультете энергетики НГТУ при выполнении исследований по моделированию режимов работы электроэнергетической системы и имитации работы РЗА

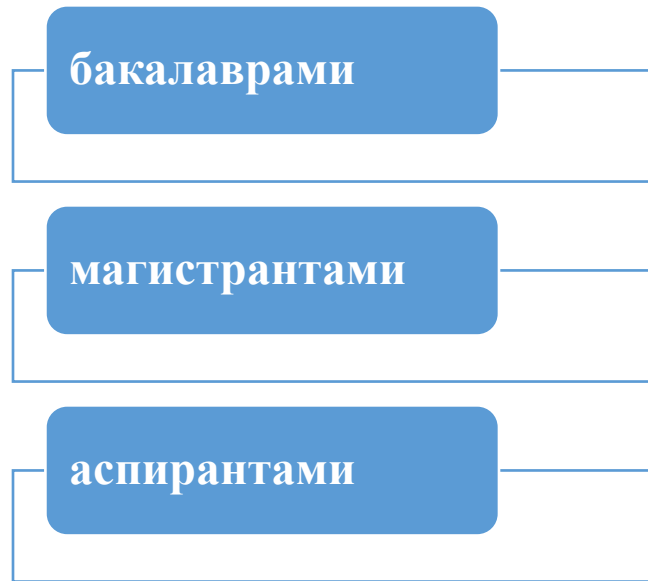
Авторы:

Гайдуков Ю. О., ассистент кафедры ЭлСт (докладчик)

*Белоглазов А. В., к.т.н., доцент кафедры ЭлСт, заместитель декана
факультета энергетики*

Москва, 2019 г.

Программный комплекс PSCAD используется



В рамках следующих видов деятельности

1

- При написании выпускных квалификационных работ бакалаврами и магистрантами

2

- При выполнении проектной деятельности бакалаврами

3

- При выполнении исследований режимов электроэнергетических систем аспирантами и преподавателями (доклады, статьи)

Направления исследований, в которых студенты и преподаватели факультета энергетики НГТУ готовы использовать PSCAD

- Проверка работы РЗА по файлам аварийных процессов, смоделированных в PSCAD

- Моделирование линий и вставок постоянного тока HVDC

- Моделирование сверхбыстрых процессов:
 - Коммутации ЛЭП и удары молний
 - Моделирование восстанавливающегося напряжения на контактах вакуумных и элегазовых выключателей
 - АПВ на линиях сверхвысокого напряжения
 - Исследования волновых процессов

- Моделирование воздействия разряда молнии на ЛЭП

- Исследование сетей с распределенной генерацией и нетрадиционных источников энергии:
 - Ветросиловые установки и комплексы;
 - Солнечные батареи
 - Дизельгенераторы

Пример использования PSCAD для моделирования режимов ЭЭС и имитации работы РЗ и А

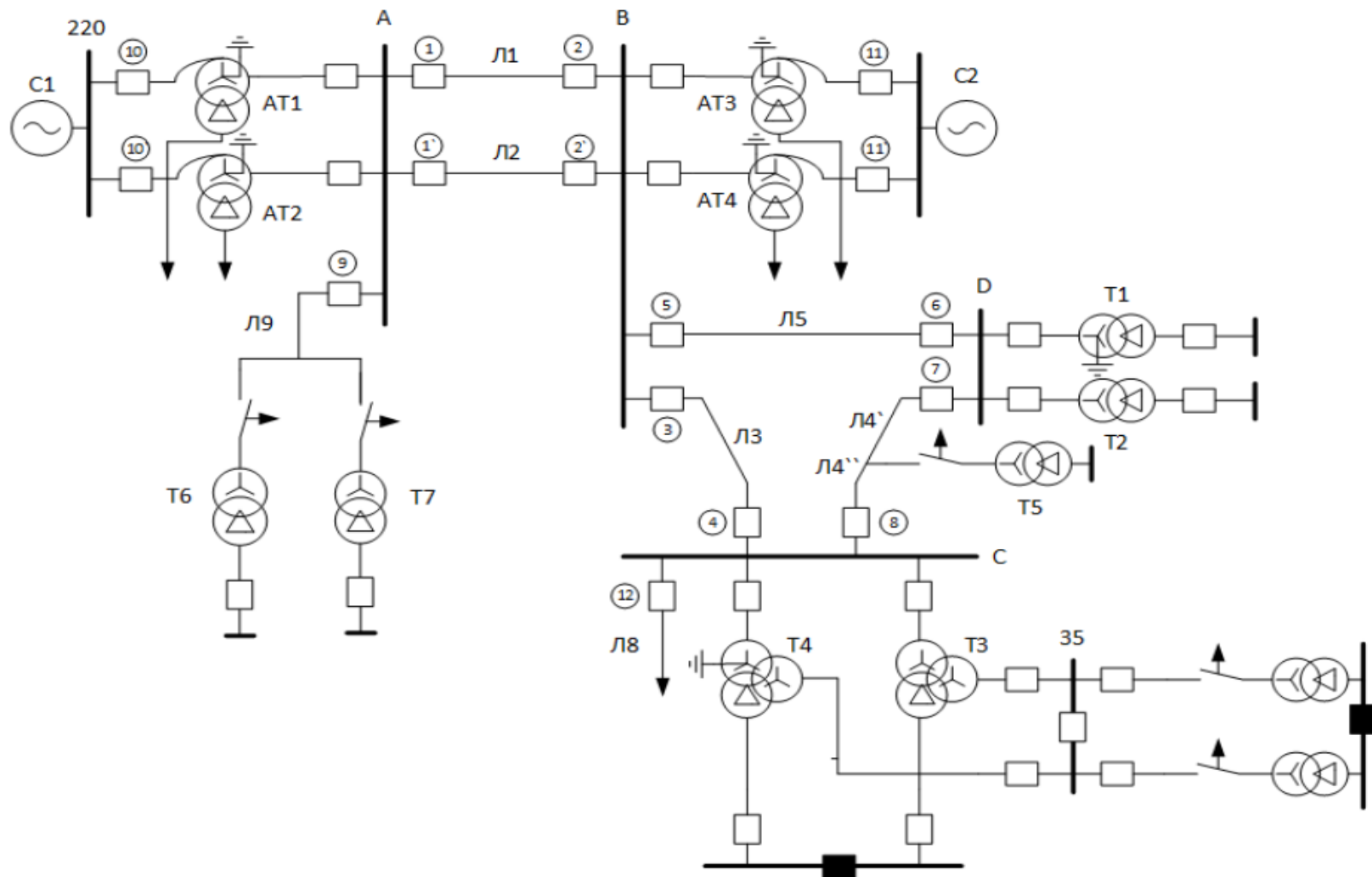


Рисунок 1 – Графическое изображение расчетной схемы

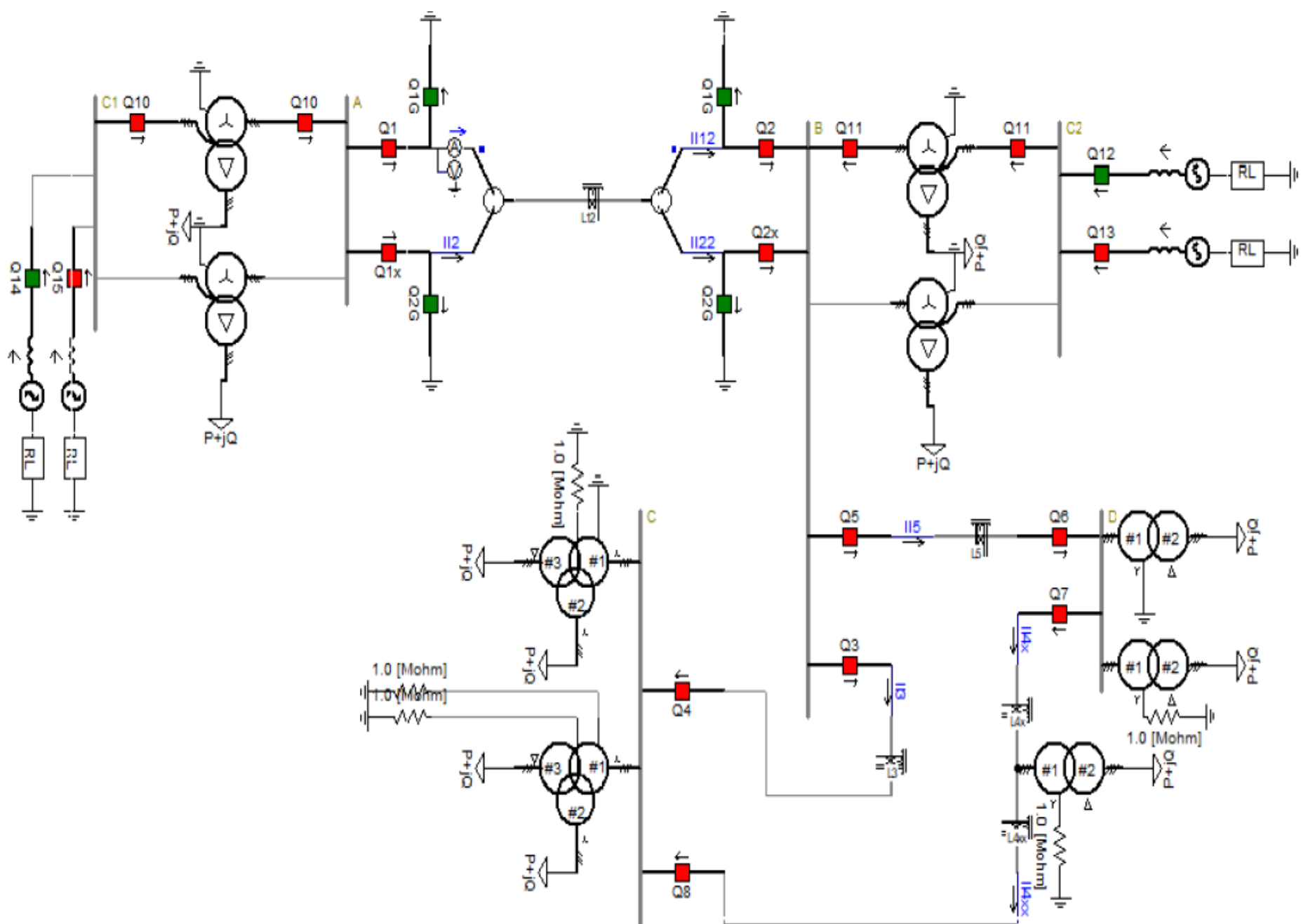
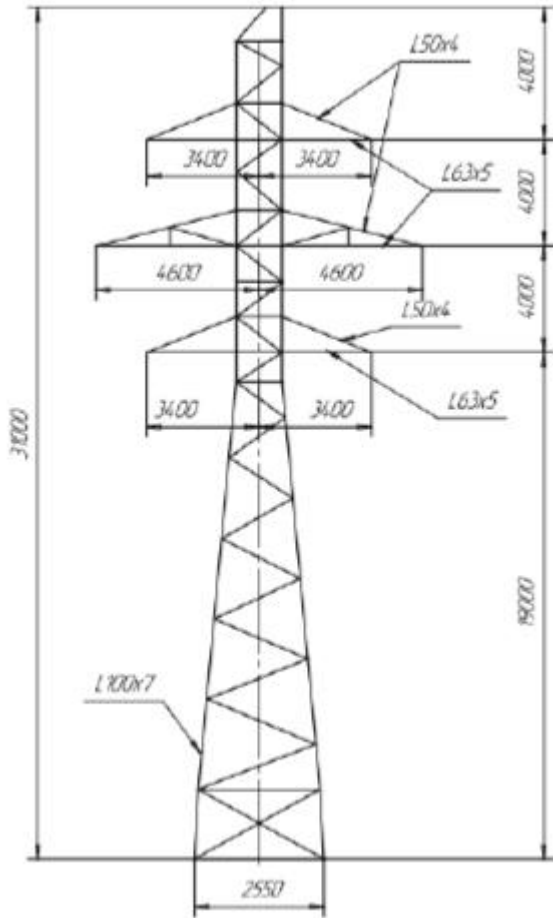


Рисунок 2 – Схема, выполненная в PSCAD

Фрагменты используемых элементов в моделировании

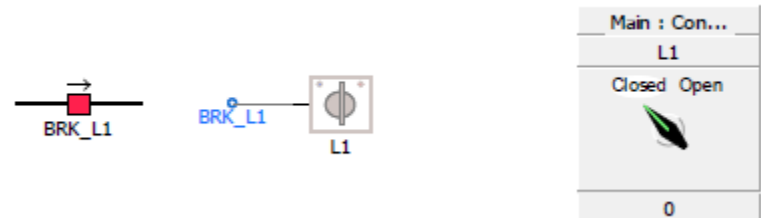


Эскиз опоры П110-2

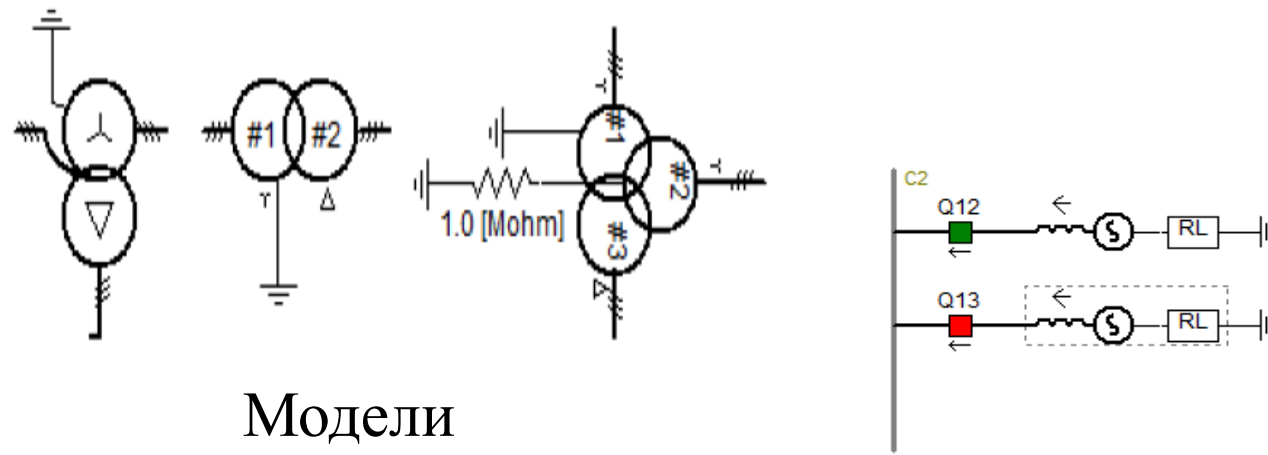
Software interface showing a 6-conductor tower model. The model includes a sag diagram with a mid-span sag of 6.1 m for conductors. The tower is labeled 'Tower: 3L12' and 'Conductors: AC-150/24'. The conductor arrangement is shown with labels C1 through C6 and dimensions: 17.45 m from the base to C1, 6.8 m between C1 and C4, 1.2 m between C5 and C6, and 4.0 m between C4 and C5. A screenshot of the '6 Conductor Concentric Tower' window shows the following configuration:

Conductor Data	
Data Entry Configuration	
Data entry method	direct
Path to conductor librar	..\conductor.cb
Conductor style is	solid core
Conductor Properties	
Name	AC-150/24
Outer radius	8.55 [mm]
Inner radius	0.0 [m]
Total number of strand:	19
Total number of outer s	12
Strand radius	0.003 [m]
DC resistance (entire cc	0.204 [ohm/km]
Relative permeability	1.0
Sag (all conductors)	6.1 [m]
Sub-Conductor Bundling	
Total bundled sub-conc	1
Bundle configuration is	symmetrical

Модель опоры и проводников



Элемент Three-Phase Breaker



Модели трансформаторов

Three Phase Voltage Source Model 1

Configuration

- General**
 - Source Name: C2max
 - Source Impedance Type: L
 - Source Control: Fixed
 - Base MVA (3-phase): 200.0 [MVA]
 - Base Voltage (L-L, RMS): 230.0 [kV]
 - Base Frequency: 50.0 [Hz]
 - Voltage Input Time Constant: 0.05 [s]
 - Zero Seq. differs from Positive Seq.?: Yes
 - Impedance Data Format: Impedance
 - External Phase Input Unit: Radians
 - Graphics Display: Single line view
 - Specified Parameters: Behind the Source

General

Ok Cancel Help...

Модель системы

Tower: 1P110-1 Tower Centre 0.0 [m]
 Conductors: AC-120/19

Circuit #	Cond. #	Connection Phasing #	X (from tower centre)	Y (at tower)
	1	1	-2.3 [m]	20.45 [m]
	2	2	4.8	20.45 [m]
	3	3	2.2 [m]	24.95 [m]

Resistivity: 100.0 [ohm*m]
 Aerial: Analytical Approximation
 Underground: Direct Numerical Integration

Data Entry Configuration

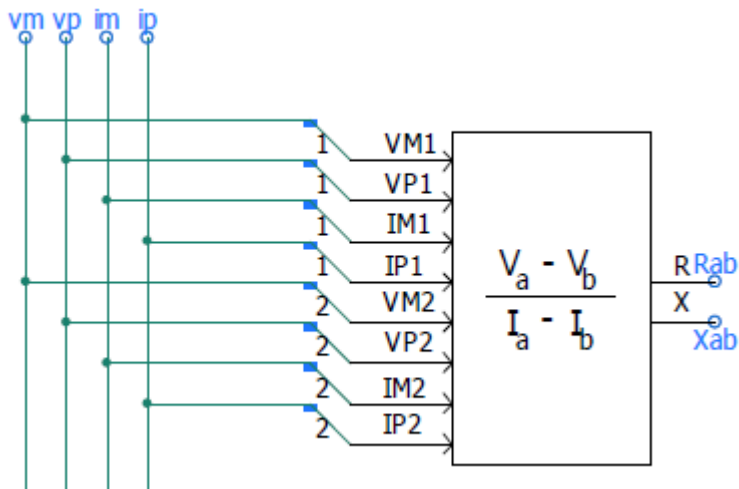
- Data entry method: direct
- Path to conductor library: ..\conductor.db
- Conductor style is: solid core

Conductor Properties

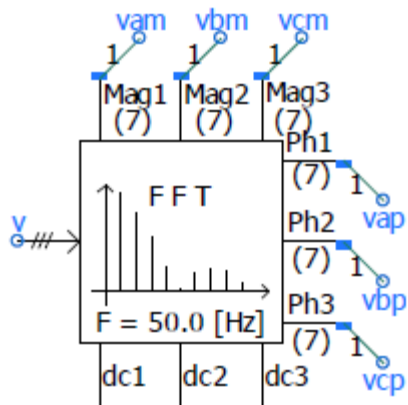
- Name: AC-120/19
- Outer radius: 7.6 [mm]
- Inner radius: 0.0 [m]
- Total number of strands: 19
- Total number of outer strands: 12
- Strand radius: 0.003 [m]
- DC resistance (entire conductor): 0.244 [ohm/km]
- Relative permeability: 1.0
- Sag (all conductors): 7.16 [m]



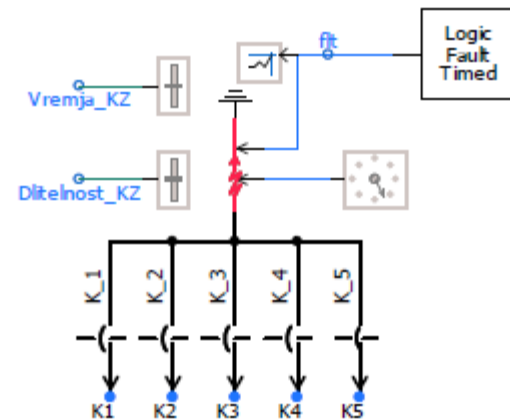
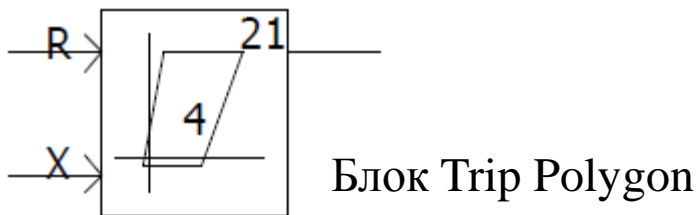
Модель ЛИНИИ



Внешний вид элемента
Line to Line Impedance



Элемент Fast Fourier Transform



Main, Faults : Controls

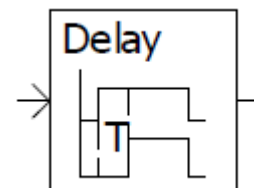
Vremja_KZ	Ditelnost_KZ	Fault Type
1	4.5	4
0.1	0	3
		2
		1

Тип замыкания
1 = Нет замыкания
2 = A-G
3 = A-B
4 = ABC

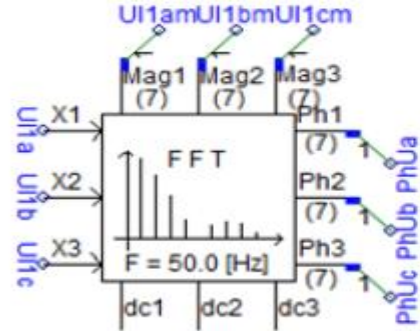
Main : Tochka_KZ

K1	K2	K3	K4	K5
Closed Open	Closed Open	Closed Open	Closed Open	Closed Open
1	1	1	1	0

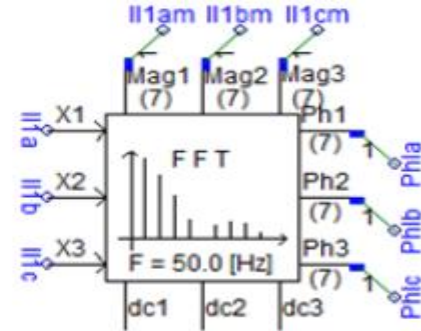
Блок управления короткими
замыканиями



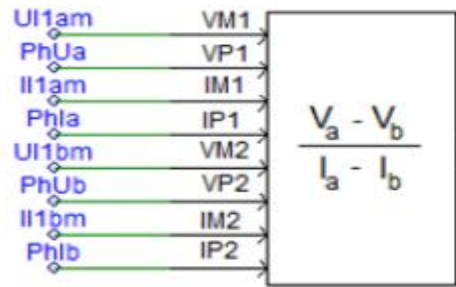
Элемент
Binary ON Delay



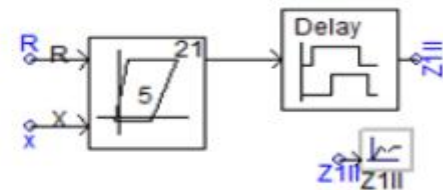
(a)



(б)

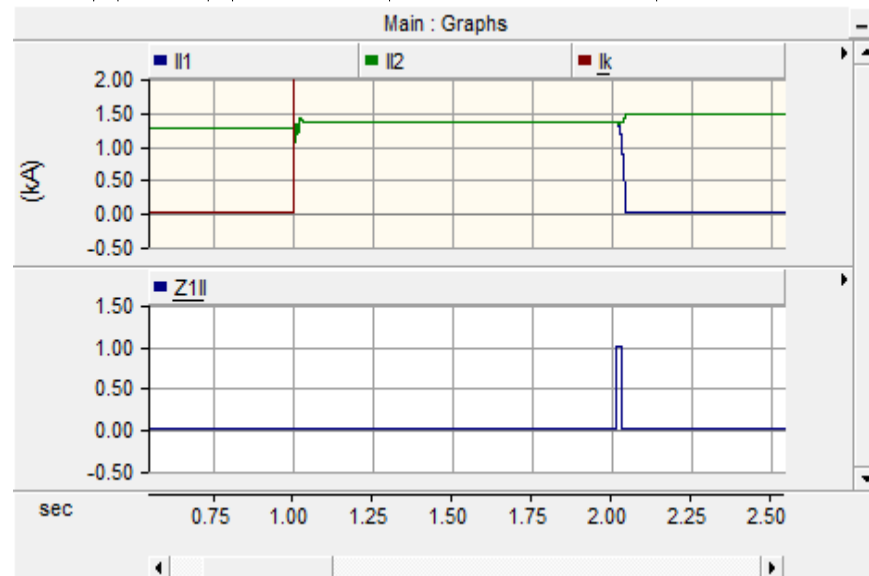


(в)

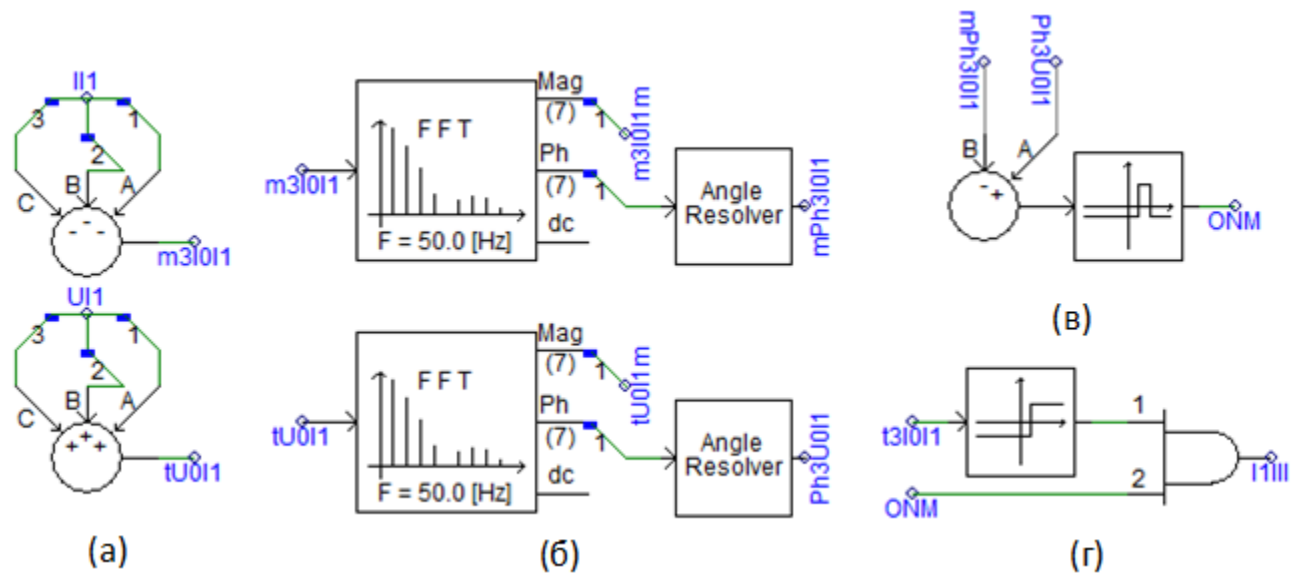


(г)

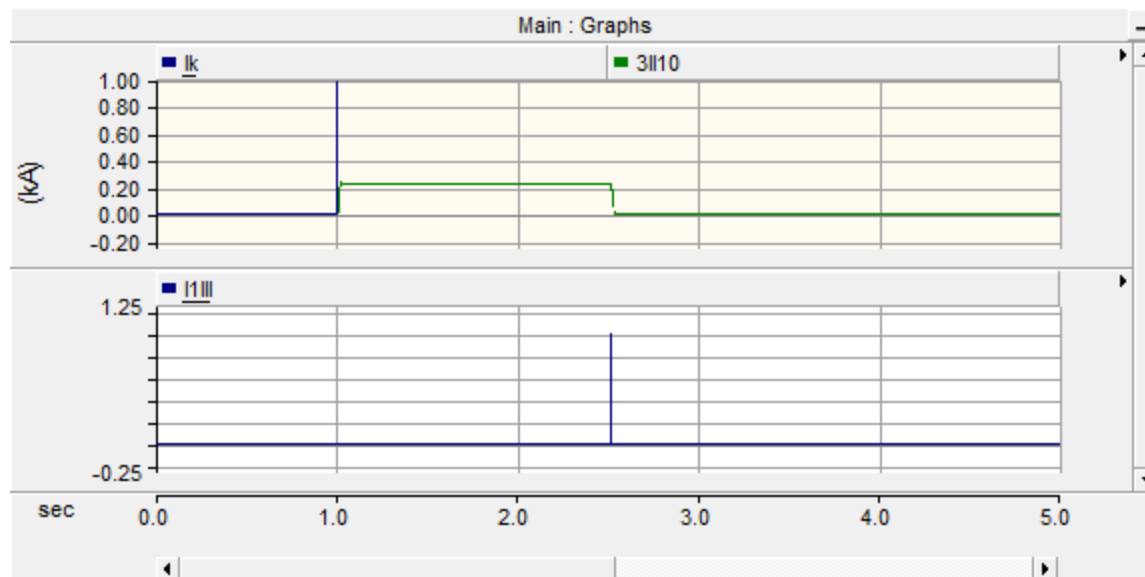
Модель дистанционной защиты ЛЭП



Результат работы дистанционной защиты



Модель ТНЗНП



Результат работы ТНЗНП

Основные преимущества PSCAD

- ❑ Организация наглядных и интенсивных занятий
- ❑ Возможность использования в различных дисциплинах образовательных программ бакалавриата и магистратуры
- ❑ Максимальная электрическая близость к тем условиям, которые имеют место в реальных энергосистемах
- ❑ Реализация разработки и отладки алгоритмов действия устройств управления, регулирования и защиты
- ❑ Создание моделей больших систем
- ❑ Моделирование быстропротекающих процессов

Рекомендации и предложения

Разработка методических указаний на русском языке, в которых будет представлено описание моделей и их параметров, а также особенностей применения

Создание базы примеров применения PSCAD

Спасибо за внимание

Юлиан Гайдуков
НГТУ, кафедра ЭлСт

Guo_92@bk.ru