

УДК621

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ СЕТИ

Несветаев Д.А., студент гр. бЭС-201, IV курс  
Научный руководитель: Черных Т.Е., старший преподаватель  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»  
г. Воронеж

В настоящее время электрические сети, являются критически важным объектом для полноценного функционирования производственно-хозяйственных предприятий, образовательных и медицинских учреждений. От надежности и бесперебойности электроснабжения напрямую зависит функционирование государства. На данный момент наиболее протяженными являются линии электропередач (ЛЭП), главной причиной неисправности которых являются различные короткие замыкания и обрывы фаз. Одним из способов предотвращения повреждений является проверка линии на изменение сопротивления, при полном отключении линии, раз в один или три года [1]. Что является довольно редкой процедурой.

Для того чтобы уменьшить вероятность повреждения линии возможно сравнивать значения напряжения у шин питающей подстанции и у шин питаемой подстанции. Структурная схема участка ЛЭП представлена на рис.1, здесь Q1, Q2 – выключатели питающей и питаемой подстанции соответственно,  $R_{\text{линии}}$  – концентрированное активное сопротивление,  $X_{\text{инд. линии}}$  – концентрированное индуктивное сопротивление,  $X_{\text{емк. линии}}$  – концентрированное емкостное сопротивление, V1, V2 – вольтметры. По закону Ома, изменение сопротивления в цепи с неизменным значением тока ведет к прямо пропорциональному изменению напряжения на данном участке, таким образом, при сравнении значений в начале и конце линии можно судить о его отклонении от нормы работы и предупредить дальнейший выход из строя.

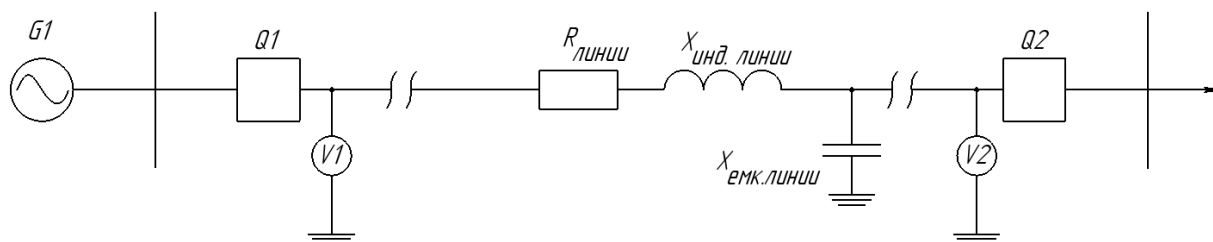


Рис.1. Структурная схема участка ЛЭП

Для реализации контроля, за состоянием линии необходимо, при помощи вольтметров с цифровым выходом, постоянно снимать значение напряжения на концах линии. Следующий шаг, при помощи коммуникационных сетей, либо по оптоволоконному, либо по GSM каналу связи, передавать значения напряжения с шин подстанций на пост диспетчера, где они будут алгебраически сравниваться, и показывать разность напряжений. При значении разницы напряжения не превышающем пяти процентов от напряжения питающей подстанции система будет действовать на сигнал, при разнице напряжений превышающей пять процентов на отключение линии с выдержкой по времени.

Для анализа процессов в исследуемой системе воспользуемся имитационным моделированием с использованием программы Matlab [2]. Модель работы системы на отключение линии представлена на рисунке 2.

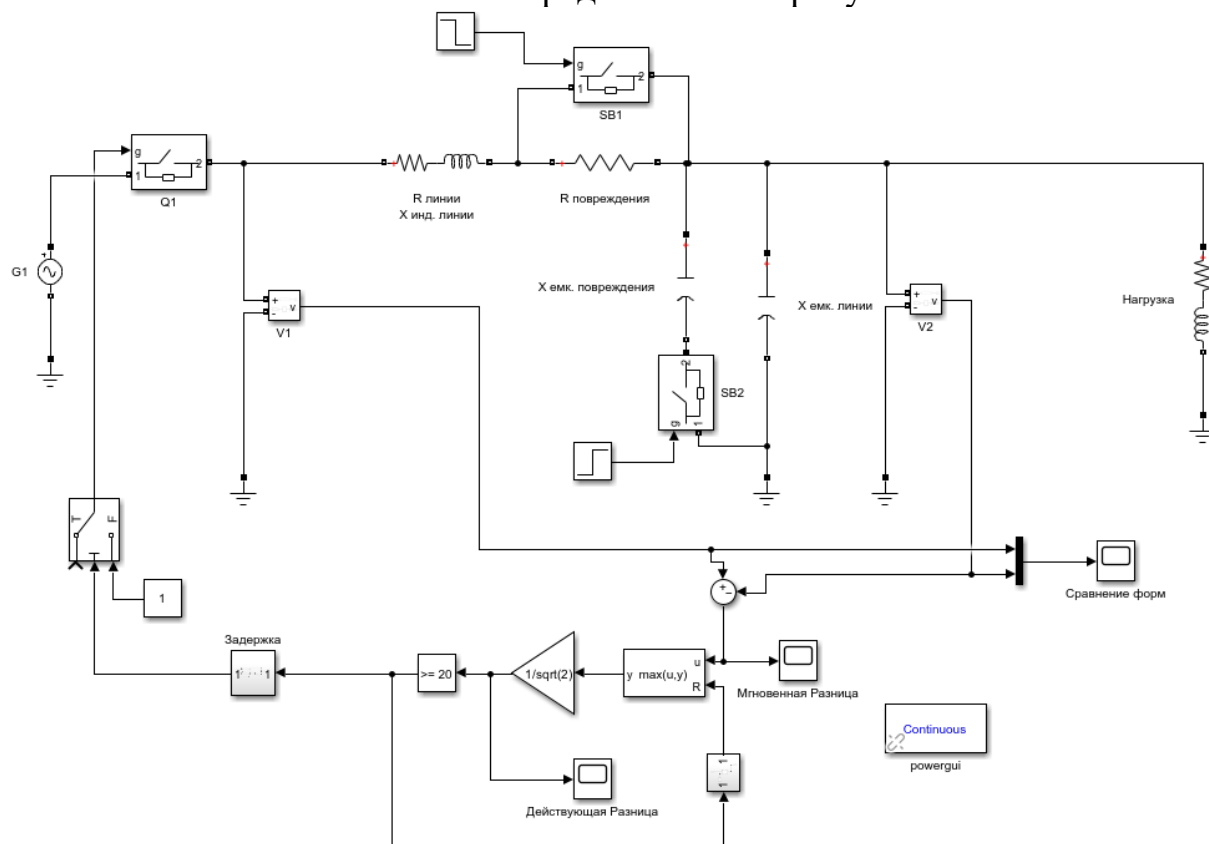


Рис.2. Модель защиты в среде Matlab

Работа модели состоит в следующем: в начальный момент времени 0 – 0,02 секунды линия работает в нормальном режиме, далее после 0,02 секунды происходит размыкание контактов условного выключателя SB1, имитирующему увеличение активного сопротивления в линии. Представленная модель может также имитировать уменьшение емкостной составляющей (к примеру, в ходе старения изоляции кабельной линии). При увеличении сопротивления линии возникает увеличение разницы напряжений.

Результатами моделирования являются графические интерпретации. На рисунке 3 представлены формы напряжений источника питания и потребителя (желтым цветом обозначена питающая подстанция, синим – питаемая). Мгновенные значения разницы напряжений линии на рисунке 4.

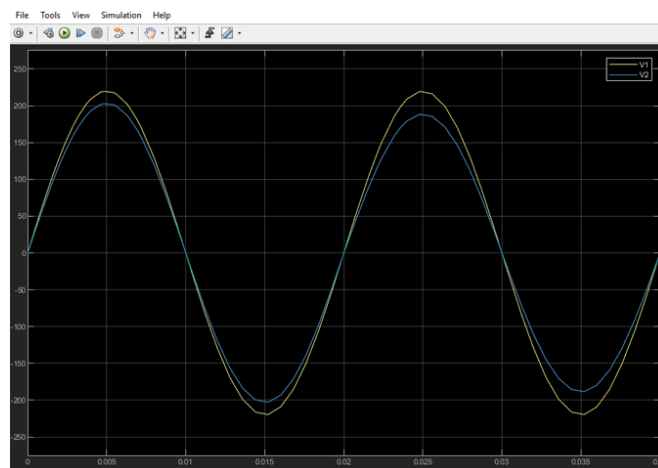


Рис.3. Формы напряжений

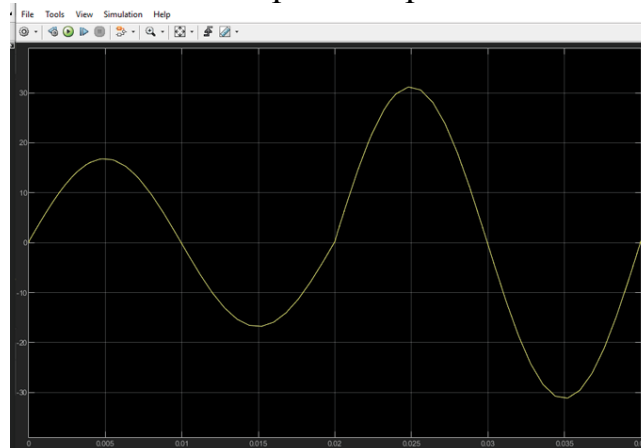


Рис.4. Мгновенные значения  
разницы напряжений линии

Защита в свою очередь реагирует на действующее значение разницы напряжений, изменение которого показано на рисунке 5, и работает для наглядности сразу на отключение.

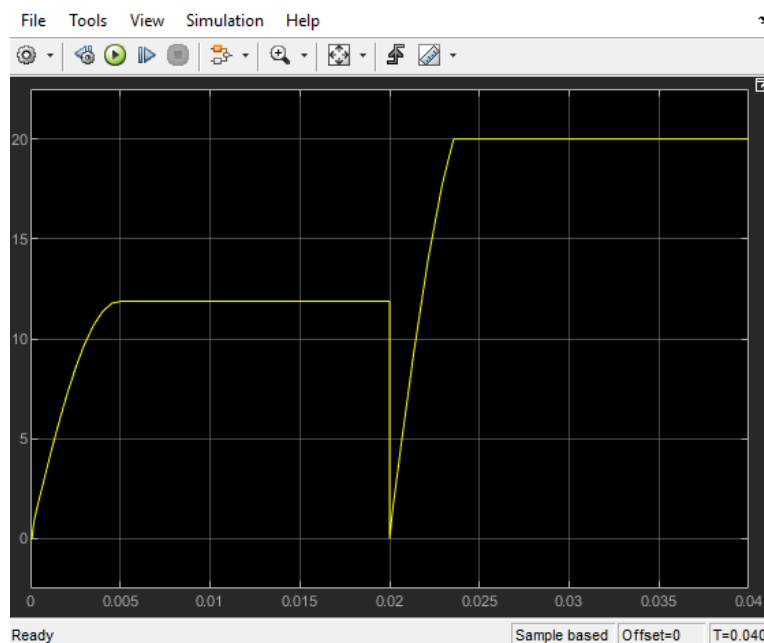


Рис.5. Действующее значение разницы напряжений

Для имитации работы с задержкой отключения используется модуль «задержка», уставка по времени составляет 0,5 секунд. После срабатывания которого происходит отключение выключателя Q1. Осциллограмма напряжений с задержкой представлена на рисунке 6.

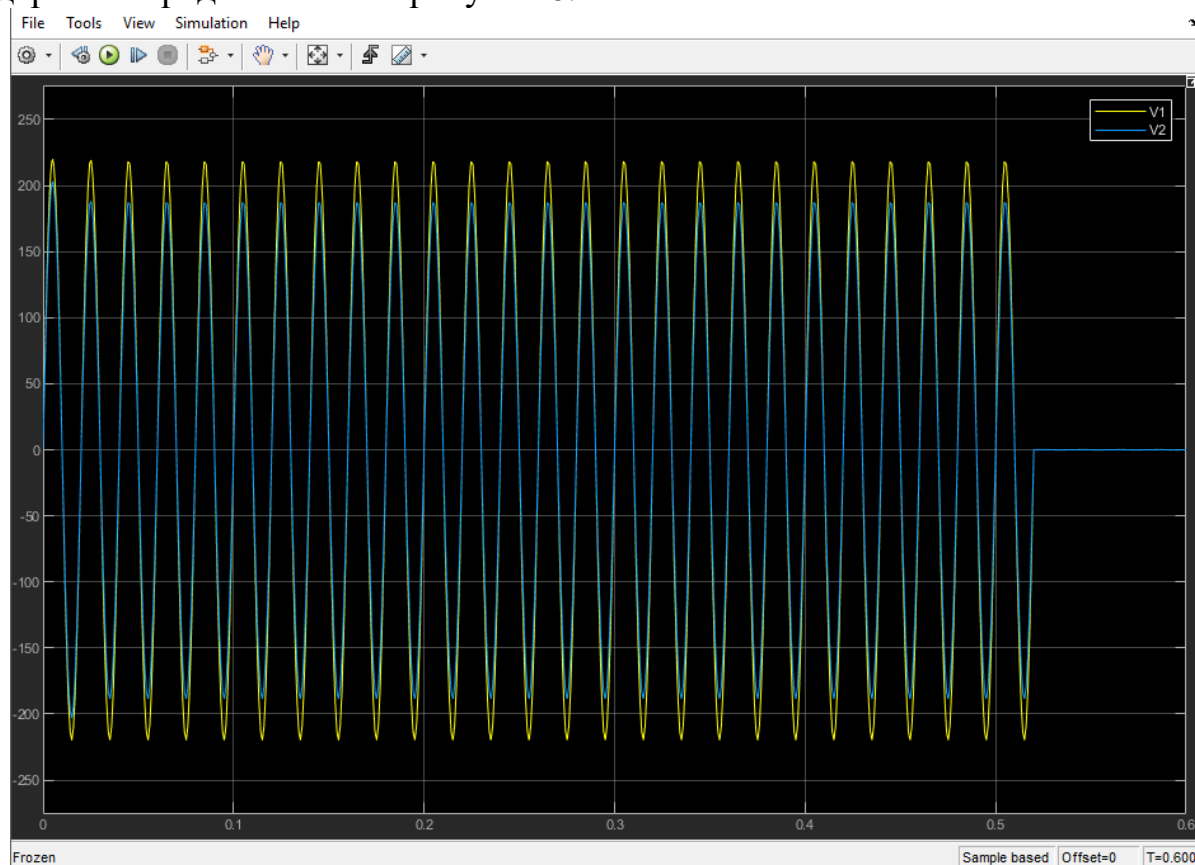


Рис.6. Осциллограмма напряжений

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что разработанная модель позволяет получать зависимости изменения параметров системы, имитируя различные виды повреждений ЛЭП, исходя из изменений сопротивления линии.

Таким образом, можно судить об адекватности и релевантности представленной модели, что в свою очередь делает возможным применение аналоговичных систем на реальных объектах (подстанциях), в качестве круглосуточной диагностики, исключающей вероятность возникновения повреждения из-за прихода кабельной линии в негодность.

### Список литературы

1. Методика проверки кабельных линий – Электронные данные – Режим доступа: <https://xn----8sbdnzedwrt1j.xn--p1ai/metodika-proverki-kabelnyh-linij/>
2. Форум ответов MATLAB – Электронные данные – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers>