

С. И. Фиалка // Известия ВУЗов. Физика. – 2017. – Т. 60, № 1. – С. 34–43. (Kapshai, V. N. Solution of relativistic two-particle equations with arbitrary orbital angular momentum / V. N. Kapshai, S. I. Fialka // Russ. Phys. Journal. – 2017. – Vol. 60, № 1. – P. 37–49.)

2. Капшай, В. Н. Парциальные релятивистские функции Грина для состояний рассеяния в случае единичного орбитального момента / В. Н. Капшай, А. А. Гришечкина / Материалы международной юбилейной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины: в 3 ч. – Гомель: УО ГГУ им. Ф. Скорины, 2020 г. – Ч.3. – С. 224–229.

3. Капшай, В. Н. Релятивистская задача о  $s$ -состояниях рассеяния для суперпозиции двух потенциалов « $\delta$ -сфера» / В. Н. Капшай, Ю. А. Гришечкин // Проблемы физики, математики и техники. – 2015. – №2 (23). – С. 7–12.

**И. Л. Громыко**  
(БелГУТ, Гомель)

Науч. рук. **В. Н. Галушко**, канд. техн. наук, доцент

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЖВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ В ТРАНСФОРМАТОРЕ**

Одним из наиболее распространенных следствий ухудшения свойств изоляции являются межвитковые замыкания. При межвитковом замыкании изоляция обмотки нарушается и происходит ее пробой между витками, что впоследствии может привести к выходу из строя трансформатора.

В качестве объекта исследования использовались однофазные трансформаторы малой мощности с воздушным охлаждением. В ходе экспериментов при изменяющейся нагрузке трансформатора выполнялось межвитковое замыкание различного числа витков на одной фазе первичной и вторичной обмоток. Схема экспериментальной установки по исследованию МКЗ трансформатора представлена на рисунке 1.

Отслеживая в режиме реального времени возможные текущие сбои, можно снизить количество unplanned ремонтов и отказов указанного оборудования.

При проведении экспериментальных исследований были предусмотрены следующие мероприятия:

- МКЗ проводились в режиме реального времени на первичной и вторичной обмотках однофазного трансформатора с воздушным охлаждением;
- МКЗ выполнялось на двух-, пяти- и десяти витках;
- осуществлялась регистрация с помощью приборов и датчиков.

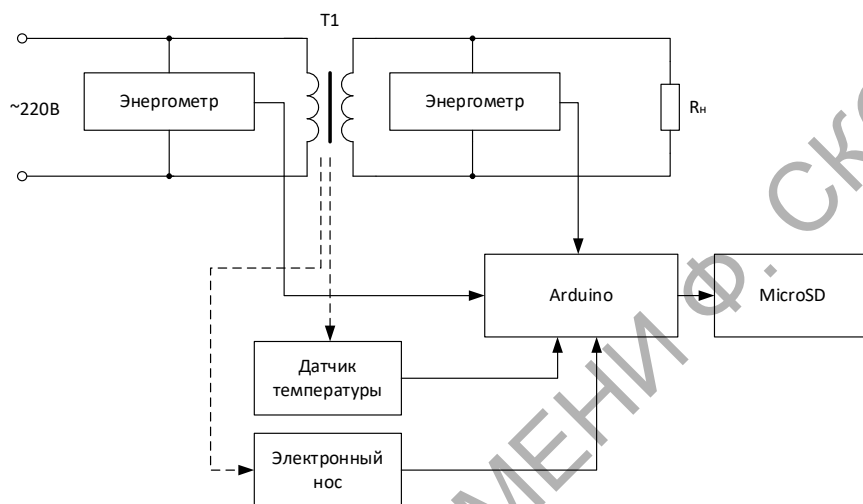


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки по исследованию МКЗ трансформатора

В тоже время проводился анализ информации с использованием следующих данных:

- напряжений и токов первичной и вторичной обмоток;
- активные, реактивные и полные мощности по высокой и низкой стороне трансформатора;
- анализировался состав окружающего воздуха на наличие частиц задымления от лака и бумажной изоляции с помощью устройства «электронный нос»;
- измерялась температура в зоне КЗ и на удалении 5 см от обмоток;
- проводилось осциллографирование и разложение по гармоникам кривых тока и напряжения;
- выполнено более 500 измерений при нормальном режиме работы и при межвитковом замыкании с интервалом в 1 секунду при 7 различных активных и активно-индуктивных нагрузках;
- получаемые результаты приборного учета (рисунок 3, 4, 5) через аналогово-цифровой преобразователь поступали на вход в программу

MATLAB в качестве исходных данных для нейромодели с целью ее обучения и анализа информации и создания математической модели;

- с помощью RLC-метра определялись параметры обмоток трансформатора.

Разработка математического инструментария диагностирования состояния трансформаторов позволит решить следующие задачи:

- анализ процессов для настройки оборудования и аппаратов защиты от исследуемых неисправностей;
- обучение свёрточных нейронных сетей.

Математический инструментарий представлен в виде Т-образной схемы замещения.

С помощью программы Simulink на основе Т-образной схемы замещения апробирован и верифицирован инструментарий анализа коротких замыканий обмоток и неисправностей магнитопровода для дальнейшего обучения свёрточных нейронных сетей. Данные представляются в графической форме на рисунке 2 и позволяют по паспортным данным трансформатора без экспериментальных исследований настроить нейронную сеть для нового трансформатора.

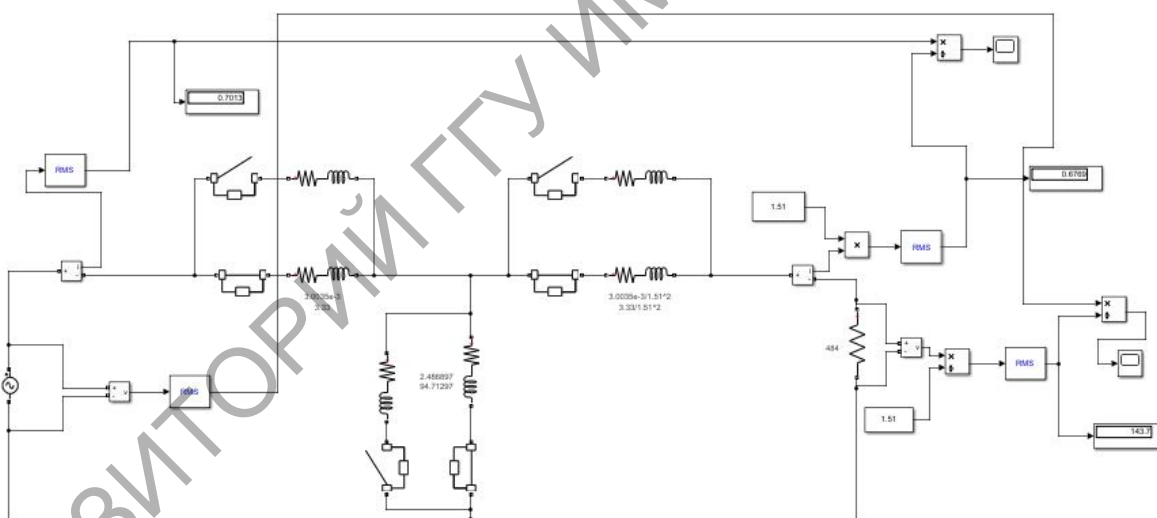


Рисунок 2 – Реализация коротких замыканий обмоток и неисправностей магнитопровода в программе Simulink на основе Т-образной схемы замещения

## Литература

1. Шерьязов, С. К. Классификация факторов, влияющих на витковые замыкания в трансформаторах напряжением 6-10/0,4 кВ/ С. К. Шерьязов, А. В. Пятков // Вестник КрасГАУ – 2014. – №7.

2. Воробьев, В. Е. Прогнозирование срока службы электрических машин: Письменные лекции / В. Е. Воробьев, В. Я. Кучер. – СЗТУ. – Санкт Петербург, 2004. –56 с.

3. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие / А. И. Хальясмаа [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 64 с.

**А. С. Жиженский**

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **О. М. Дерюжкова**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **ДЕКЛАРАТИВНЫЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС НА ANDROID**

Декларативное программирование – это парадигма программирования, в которой задаётся спецификация решения задачи, то есть описывается, что представляет собой проблема и ожидаемый результат [1]. Простыми словами, это стиль программирования, в котором вы описываете, какой результат хотите получить. Его противоположностью является императивное программирование. Если вы имели дело с разработкой интерфейсов программ, то, скорее всего, вы пользовались императивным стилем программирования. Императивный стиль – это когда чётко описывается последовательность действий, которую машина должна выполнить для соответствующего результата. Мы сначала создаём объект интерфейса, а затем изменяем его так, как нам нужно, указываем его поведение при изменении данных, связанных с ним. Если у нас должен поменяться цвет элемента при нажатии кнопки, то мы должны в его обработчике нажатия у нужного нам элемента интерфейса изменить поле с цветом. В декларативном стиле мы не будем сами изменять поля элемента, этим займётся машина. В этом его преимущество: мы не затрагиваем сам элемент интерфейса, это позволяет избежать множества ошибок. Программисту лишь следует указать состояние (state) изменения цвета. Мы меняем состояние, а интерфейс сам реагирует на его изменение и меняет цвет в соответствии с текущим состоянием.

На Android декларативный UI представлен фреймворком Jetpack Compose. Он был представлен в мае 2019 года на конференции Google I/O и на данный момент находится в бета-тестировании под версией 1.0.0-beta03.