

Федерация, U1 МПК H02J 3/18 / заявитель и патентообладатель ООО «ЦИТ ИРГТУ». – №2014143318/07; заявл. 27.10.2014; опубл. 20.08.2015, Бюл. 23.

2. Кудряшев Г.С. Комплексный подход при ресурсо-энергосбережении на предприятии АПК Иркутской области / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, О.Н. Шпак // Вестник ИРГСХА. – 2016. – №73. – С. 135–140.

3. Кудряшев Г.С. Снижение энергоемкости на предприятиях АПК на примере СХ ОАО «Белореченское» / Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков, С.В. Батищев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – №2(27). – С 127–131.

**Лешуков А.Г., студент 2 курса магистратуры
направление подготовки 35.04.06. «Агроинженерия».
Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева.
ЛАБОРАТОРНОЕ ИЗУЧЕНИЕ
ЦИФРОВОЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ**

Электроэнергетические установки России активно оснащаются новым поколением защитных аппаратов на микропроцессорной основе для предотвращения и минимизации аварийных режимов. Эти аппараты обладают функциями самодиагностики, регистрации всех параметров электроустановки, выбора оптимальных сочетаний защитных свойств, наилучшим образом подходят для контроля работы и защиты самых разнообразных электроустановок.

Для проверки работоспособности устройств релейной защиты, а также проведения занятий со студентами магистратуры по дисциплине «Релейная защита» нами был разработан и изготовлен специальный стенд.

Стенд предназначен для испытания и изучения различных защитных цифровых терминалов, поэтому в его конструкции предусмотрены элементы, необходимые для использования различных моделей защитных аппаратов, предназначенных для сетей 6, 10, 35 кВ. Главной функциональной частью этих приборов являются многоступенчатые максимально-токовые защиты, реагирующие на превышение допустимых токов.

Стенд максимально приспособлен для учебных целей, в его конструкции нет дефицитных комплектующих изделий, а основным логическим блоком в нашем случае является multifunctional terminal "Орион-2".

Для максимальной наглядности, на рисунке 1 показана функциональная блок-схема данного стенда.

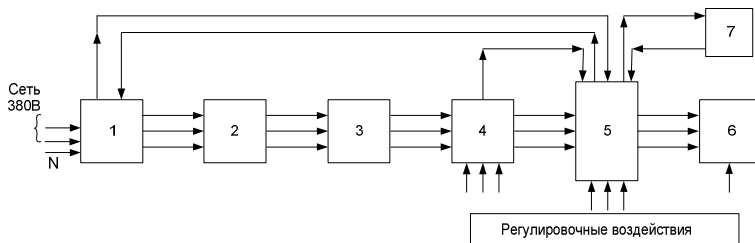


Рисунок 1 – Блок-схема стенда для изучения цифровых релейных защит:

- 1 - Имитатор высоковольтного выключателя (реле РП-12);
- 2 - Блок из 3-х понижающих трансформаторов 220/12 вольт ;
- 3 - Трансформатор тока $3I_0$;
- 4 - Ключи управления не симметричными токами нагрузки;
- 5 - Цифровое защитное устройство (Орион-2);
- 6 - Блок сопротивлений для регулирования симметричных нагрузок;
- 7 - Разъем ввода/вывода информации от внешних защит и сигнализаций.

Главной задачей при разработке стенда было создание в конструкции изучаемого защитного аппарата различных симметричных и несимметричных токовых нагрузок, достаточных для проверки его защитных функций при безопасном уровне напряжения, равном 12 В. Для решения этой задачи на предлагаемом стенде использован блок из трех понижающих трансформаторов с коэффициентом трансформации 220/12 В и регулируемая трехфазная нагрузка с активными сопротивлениями в виде спиралей с максимальным током 5 А.

Несимметрия нагрузок создается отключением одной из фаз. Предусмотрена также возможность несимметрии нагрузок, создаваемых включением однофазных нагрузок.

Управляющим объектом на стенде, моделирующим высоковольтный выключатель защищаемой электроустановки, является промежуточное реле типа РП-12.

В конструкции стенда предусмотрена возможность дальнейшего расширения его функций путем создания и присоединения имею-

щегося комплекса с внешними устройствами, такими как автоматическое включение резерва, логическая защита шин подстанции, резервирование выключателей. Для реализации перечисленных функций в конструкции имеются специальные разъемы, однако необходим как минимум еще один подобный стенд.

Занятия на испытательном стенде должны начинаться после завершения цикла лекций по изучению традиционных электромеханических и цифровых релейных защит. На первых лабораторных занятиях с помощью учебных плакатов и мультимедийных фильмов необходимо изучить структуру, задачи работы, логическую структуру взаимодействия блоков испытываемого защитного аппарата в каждом из его возможных режимов работы, а так же регулировочные органы испытательного стенда. После изучения перечисленного и ответа на контрольные вопросы, студенты могут приступать к лабораторной работе на стенде. Вся работу на стенде логично разделить на этапы:

- просмотр информации, ранее введенной в память аппарата, и уточнение данных, требующих замены;

- ввод пароля для доступа к прибору и возможности изменять данные, при этом необходимые изменения вводятся по указанию преподавателя;

- создание необходимых токовых нагрузок на стенде, достаточных для срабатывания активных защит, и проверка действия защит на отключение выключателя;

- сравнение фактических параметров отключения, оставшихся в памяти прибора, с заданными параметрами и определение погрешностей.

Ввиду большого числа защитных функций, предусмотренных для изучения в представленном стенде, желательно повторить перечисленный выше цикл не менее трех раз по следующие тематике:

- а) настройка и испытание максимально-токовых защит при симметричных режимах нагрузки;

- б) настройка и испытание защит от однофазных замыканий на землю;

- в) настройка и испытание защит от обрыва одной из фаз.

При наличии двух и более подобных испытательных стендов дополнительно можно организовать цикл лабораторных работ по следующим темам:

1. Автоматическое включение резервной электролинии;
2. Резервирование нижестоящего выключателя;
3. Логическая защита шин питающей подстанции.

В организации эффективного процесса обучения важное место занимает использование современного обучающего оборудования, в том числе лабораторных стендов. Это дает возможность студенту на практике проверить и закрепить полученные знания. Разработанный стенд предоставляет широкие возможности по изучению цифровых защитных аппаратов.

**Прищепов М.А., д.т.н., доцент,
Зеленькевич А.И., ст. преподаватель,
Збродыга В.М., к.т.н., доцент,
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь
АЛГОРИТМ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ТРАНСФОРМАТОРА**

Для определения оптимальных параметров трансформатора требуется рассмотрение большого числа вариантов расчета, отличающихся величиной капиталовложений и эксплуатационных издержек, которые зависят от степени загрузки, размеров элементов магнитной и электрической системы. Поэтому параметрами оптимизации являются плотности токов в первичной $X1$ и вторичной $X2$ обмотках, определяющие материалоемкость обмоток $G_{\text{обм}}=G_1+G_2$ и величину потерь короткого замыкания P_k , диаметр $X3$ (d) и высота $X4$ (L_c) стержней, определяющие материалоемкость магнитопровода $G_{\text{ст}}=G_c+G_y$ и величину потерь холостого хода P_x , а также величина магнитной индукции $X5$ в магнитопроводе. обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом».