



Авторы:

к.т.н. Рыбалкин А.Д.,
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия,
к.т.н. Шурупов А.А.,
ООО НПП «ЭКРА», г. Чебоксары, Россия.

Ph.D. Rybalkin A.D.,
Platov South-Russian State Politechnic University (NPI), Novocheerkassk, Russia.
Ph.D. Shurupov A.A.,
EKRA Ltd., Cheboksary, Russia.

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММЫ ВЫБОРА СЕЧЕНИЯ КАБЕЛЯ В ТОКОВЫХ ЦЕПЯХ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

EXPANSION OF FUNCTIONALITY OF THE PROGRAM OF A CHOICE OF SECTION OF A CABLE IN CURRENT CHAINS OF RELAY PROTECTION

Аннотация: широко распространённый метод выбора нагрузки на трансформаторы тока по кривым предельных кратностей в современной практике не всегда применим, так как порой просто отсутствуют эти кривые, которые должен предоставлять завод-изготовитель. Поэтому целесообразно разработать такую программу выбора сечения кабеля в токовых цепях релейной защиты, которая позволила бы применять и другие известные методы расчёта.

Ключевые слова: трансформатор тока, выбор нагрузки, погрешность, ток короткого замыкания, микропроцессорные устройства релейной защиты.

Annotation: choice of load of current transformers for modern microprocessor based relay protection devices has some peculiarities. In particular the algorithm choice of load must additionally contain the check that duration of exact transformation of current transformer fits to operating time of a relay protection devices.

Keywords: current transformer, choice of load, error, short circuit current, microprocessor based relay protection devices.

В соответствии с требованиями ГОСТ 7746-2001, производители трансформаторов тока (ТТ) обязаны гарантировать работу ТТ с погрешностью не больше заданной при протекании по первичной обмотке ТТ вынужденной составляющей тока короткого замыкания (ТКЗ) с кратностью не больше заданной. При этом все три типа погрешностей, а именно токовая, угловая и полная вычисляются за время, равное периоду промышленной чистоты, то есть вычисляются интегральные значения этих величин. Можно показать, что в зависимости от характера нагрузки и относительного содержания свободных составляющих в ТКЗ форма вторичного тока при одной и той же величине токовой погрешности будет существенно отличаться [1].

Традиционная практика выбора нагрузки на ТТ сводилась к определению допустимой нагрузки по кривым предельных кратностей [5, 6]. В настоящее время такой подход не всегда может быть реализован. Во-первых, при проектировании отсутствуют кривые для многих типов ТТ, особенно иностранного производства. Во-вторых, появились предложения применять ТТ с допустимой погрешностью 5%. В этом случае целесообразно для выбора нагрузки применить метод базисных параметров [7].

Проектирование релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических

станций и подстанций представляет достаточно трудоемкий процесс, включающий два вида работ:

- рутинные работы, которые занимают до 70-80 % времени;
- творческие работы, которые составляют соответственно 30-20 % времени.

Представляется целесообразным рутинную работу алгоритмизировать, разработать для нее программы или процедуры и благодаря внедрению этих программ повысить производительность труда проектировщиков и в целом снизить стоимость проекта [8]. Такие подходы уже известны и были предприняты. Работы по созданию программы выбора сечения проводов в токовых цепях релейной защиты были начаты в Южно-Российском государственном политехническом университете (Новочеркасском политехническом институте) еще в 70-80 годы 20 века [9]. Программы были разработаны для ЭВМ типа «Минск-32» и «ЕС ЭВМ». Они были внедрены в практику проектирования в Ростовском отделении института «Теплоэлектропроект», Ростовском и Горьковском отделениях института «Энергосетьпроект». Параллельно такие работы велись и в Павлодарском политехническом институте [10, 11].

Известно два подхода при создании программ:

1. Создается программа, которая

потом распространяется в качестве загрузочного модуля и, в случае необходимости внести в неё изменение, всем пользователям рассылаются файлы, которые пользователи потом самостоятельно вставляют в готовые программы. Такой подход создаёт ряд неудобств, заключающихся в необходимости рассылки и отслеживания ситуации, с тем, чтобы установить, внедрены ли эти изменения или нет, что приводит, в конечном счёте, к тому, что у различных пользователей имеются различные версии программы.

2. Современное состояние информационных технологий позволяет предложить другой путь, который избавляет от необходимости рассылать файлы и следить за состоянием программы у пользователей и так далее.

С учётом современных тенденций в программной реализации автоматизированных систем проектирования и расчётов можно утверждать, что одним из перспективных направлений при создании таких систем (своеобразным «трендом») является использование технологии «облачных вычислений», основанной на использовании «облачной платформы».

Под «облачной платформой» понимается такая архитектура и организация вычислительных процессов, при которой все вычислительные ресурсы и средства управления ими концентрируются в одном месте – мощном вычислительном комплексе компании (центре обработки данных). Доступ к ресурсам осуществляется удалённо через интернет/интернет, что позволяет построить распределённую среду для проектирования, высокопроизводительных научно-технических вычислений и обработки данных. При этом все прикладные программы, расположенные на «облачной платформе», имеют собственный веб-интерфейс, и пользователи взаимодействуют с ними непосредственно из интернет-браузера. Построенные таким образом программы получили название «Программы как сервис» («Software as Service», или SaaS).

Внедрение «облачной платформы» на предприятии позволяет: снизить затраты и сократить сроки вне-

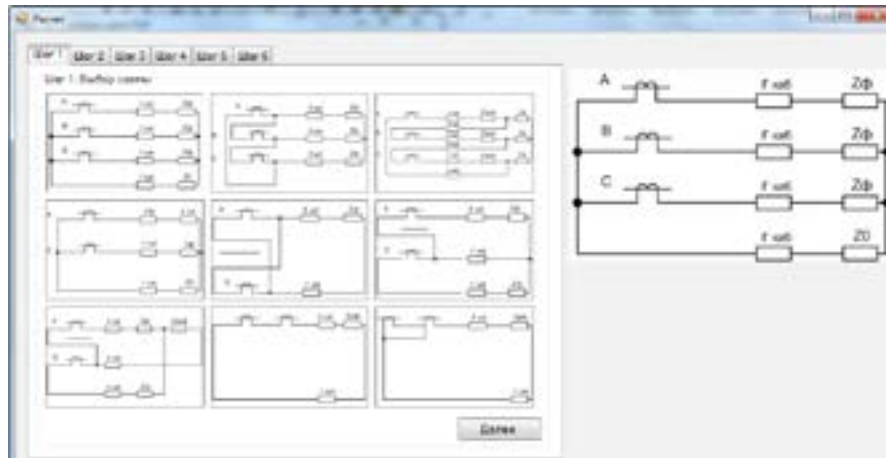


Рис. 1. Выбор схемы соединения ТТ (выбрана схема №1 «звезда»)

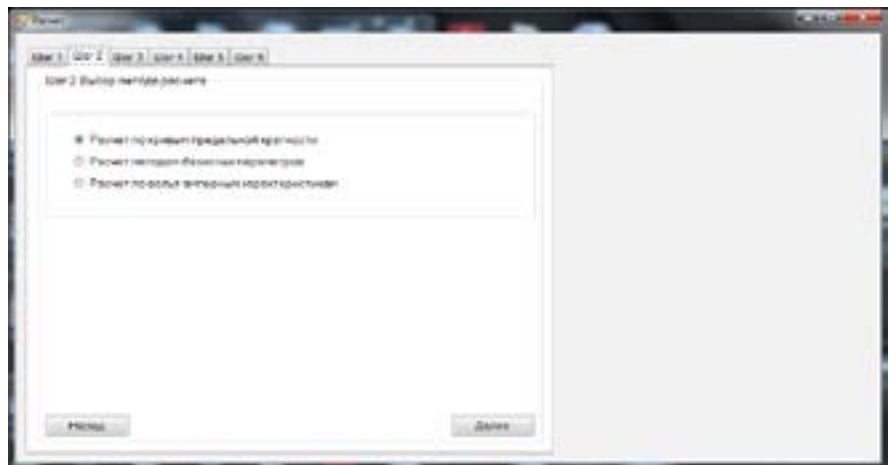


Рис. 2. Интерфейс программы на втором шаге

дрения систем проектирования и научно-технических расчетов, а также перейти от автоматизации отдельных шагов процессов в виде вызовов различных приложений или расчетных программ к созданию единого информационного пространства для проектных и исследовательских работ.

Основное преимущество технологии «облачных вычислений» для пользователей заключается в том, что к облачному сервису можно подключиться в любом месте и с любого устройства, имеющего выход в интернет. Кроме того, пользователю не нужно приобретать, скачивать и устанавливать прикладные программы на своем компьютере, отслеживать и постоянно обновлять версии программного обеспечения.

В связи с тем, что в настоящее время применяются обе технологии, автоматически выполнена реализация программы выбора сечения проводов в токовых цепях релейной защиты как в формате отдельной программы, так и в формате «программа как сервис».

Программа выполняет выбор сечения проводов в токовых цепях релейной защиты тремя методами:

- расчёт по кривым предельной кратности;
- метод базисных параметров;
- по вольт-амперной характеристике.

Подготовка исходных данных для расчёта выполняется по шагам (всего шагов 6).

На шаге 1 выполняется выбор схемы соединения трансформаторов тока (рис. 1).



Рыбалкин

Алексей Дмитриевич

Дата рождения: 26.10.1951 г.
В 1974 г. окончил энергетический факультет НПИ. В 1982 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование электромагнитных переходных процессов в токовых цепях РЗ основных электрических сетей объединённых энергосистем». Доцент кафедры «Электрические станции и ЭЭС» ЮРГПУ.



Шурупов

Алексей Александрович

В 1973 г. окончил НПИ, кандидат технических наук (НПИ, 1981 г.), старший научный сотрудник. Заведующий отделом защит подстанционного оборудования ООО НПП «ЭКРА».

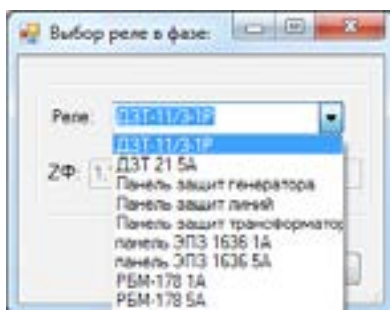


Рис. 3. Выбор типа защиты, подключённой к ТТ

Выбор метода выполняет проектировщик на шаге №2 (рис. 2).

Далее последовательно заполняются данные для расчёта (токи короткого замыкания, допустимая погрешность работы ТТ и так далее).

На последнем шестом шаге выбирается защита из выпадающего списка.

Для установки и запуска программного обеспечения предъявляются следующие минимальные требования:

1. Программное обеспечение:
 - ОС Windows 7 и выше;
 - установщик Microsoft Windows версии 4.5 и выше;
 - NET Framework 3.5 SP1 и выше.
2. Аппаратное обеспечение:
 - компьютер с процессором Intel или совместимым, с тактовой частотой 1 ГГц и выше (рекомендуется 2 ГГц и выше);
 - не менее 512 МБ ОЗУ (рекомендуется 1 Гб и более);
 - 200 МБ свободного места на жестком диске.

Авторами выполнена реализация программы выбора сечения проводов в токовых цепях релейной защиты в формате «программа как сервис». Данная программа размещена в сети интернет и доступна пользователям через любой интернет-браузер. Скачать программу бесплатно можно по ссылке <http://www.ekra-adr.ru/>. Там же размещены инструкции по установке программы и по применению.

В настоящее время продолжается работа по созданию и других программ для проектных и научно-технических расчетов в области релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций, которые в совокупности и составят единое информационное пространство для проектных и исследовательских работ.



Рис. 4. Таблица с результатами расчёта

Литература

1. Богдан А.В. Переходный ток идеализированного трансформатора тока // Известия вузов. Электромеханика. – 1972. – №5. – С. 497–502.
2. Мак-Кракен Д., Дорн У. Численные методы и программирование на фортране. - М.: Мир. – 1977.
3. Подгорный Э.В., Рыбалкин А.Д., Фоменко Г.П. Анализ дискретных алгоритмов токовых измерительных органов // Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы. Технические науки. – 1983. – №2.
4. Добродеев К.М., Добродеев М.К., Рыбин Д.В. Расчёт защитных трансформаторов тока и их вторичных цепей (взгляд проектировщика) // Релейная защита и автоматизация. – 2012. – №02(07). – С. 14–25.
5. Королев Е.П., Либерзон Э.М. Расчёты допустимых нагрузок в токовых цепях релейной защиты. – М.: Энергия. – 1980. – 207 с.
6. Указания по расчёту сечений жил контрольных кабелей в токовых цепях релейной защиты (вторая редакция). 5916-ТМ. Москва, – 1973.
7. Дроздов А.Д. Расчёт режимов трансформаторов тока в релейной защите по номинальным и базисным параметрам // Электричество. – 1968. – №6 – С. 72–75.
8. Рыбалкин А.Д. О системе автоматизированного проектирования релейной защиты // Известия СКНЦ ВШ. Серия Технические науки. – 1979. – №3. – С. 30–32.
9. Подгорный Э.В., Рыбалкин А.Д., Негримвский П.Я., Зубкова Н.В. Автоматизация расчёта сечений жил контрольных кабелей в токовых цепях релейной защиты // Известия вузов СССР. Электромеханика. – №12. –1981. – С. 208–211.
10. Богдан А.В. Программный комплекс для расчёта погрешностей трансформаторов тока // Известия вузов. Электромеханика. - 1992. - №6. - С. 100–106.
11. Богдан А.В. Расчёт сечения контрольных кабелей трансформаторов тока, включённых на сумму токов. // Сб. Казахского политехнического института. Рабочие процессы и совершенствование теплотехнических устройств и электрических систем. Вып. №8, 1977 – Алма-Ата. – С. 38–41.
12. Кужеков С.Л., Золоев Б.П. Универсальные характеристики трансформаторов тока с прямоугольной характеристикой намагничивания при активно-индуктивной нагрузке в переходном режиме // Известия вузов. Электромеханика. – 1974. – №8.