

ЛИТЕРАТУРА

1. Першина Т.А., Пискунова М.В. Необходимость и проблемы финансового планирования// Социально-экономические проблемы развития строительной отрасли: материалы XXIII внутривузовской научно-практической конференции. Волгоград: ВолгГАСУ. 2011. С. 277-280.
2. URL: <http://www.elma-bpm.ru/product/> (дата обращения 29.03.2016)
3. URL: <http://www.tadviser.ru/index.php/EAM> (дата обращения 29.03.2016)
4. Першина Т.А., и др. Финансовый кризис и его влияние на экономику России. Теоретический аспект // Вклад молодого специалиста в развитие строительной отрасли Волгоградской области: материалы науч.-практ. конф., г. Волгоград, 17 мая 2013 г. - Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2013. -С.11-19.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЙСТВИЕ КЗ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

*Корнев В.А., Акерман Е.Н.
(г. Томск, Томский политехнический университет)*

ESTIMATED ECONOMIC DISBENEFIT AS A SHORT CIRCUIT IN THE POWER UTILITY SYSTEMS OF THE TOMSK REGION

*V.A. Kornev, E.N. Akerman
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

The possible economic damage caused by short-circuit action, depends on the cause of accident, on the example of the Tomsk region's energy system. The cost of the damage was evaluated at different causes of faults and when lines are in the idle state.

Keywords: Economic disbenefit; malfunction, protection equipment, damage caused by a short circuit.

Релейная защита (РЗ) в инфраструктуре государства занимает особое место. Поскольку именно РЗ используется для ликвидации, наиболее тяжёлых и довольно частых, коротких замыканий (КЗ), которые ответственны за физическое разрушение оборудования и режима энергосистемы (ЭС), приводящие к развалу ЭС. В связи с этим, к вопросу по надёжности технического устройства подходят с повышенными требованиями.

Однако, наряду с ожидаемым эффектом применение любой автоматизирующей аппаратуры, в том числе релейной защиты и автоматики (РЗА), для устранения или снижения ущербов от некачественных параметров выходного эффекта управляемых объектов приводит к вынужденному ущербу.

Данная работа направлена на оценку экономического ущерба в Томской ЭС при КЗ на линии 220 кВ.

В настоящее время применяются три вида РЗА – электромеханические (ЭМ), микроэлектронных устройств (МЭ) и микропроцессорные (МП).

В свою очередь, электромеханические реле защиты (ЭМРЗ) эксплуатируются уже более ста лет и до сих пор обеспечивают надёжную защиту от КЗ и перегрузок всех видов электрооборудования.

По данным компании ОАО «Россети» [1] в эксплуатации дочерних и зависимых общества (ДЗО) на 01.01.2015 находится около 1,7 млн. устройств РЗА, из них 77,45% – электромеханических устройств (ЭМ); 4,12% – микроэлектронных устройств (МЭ); 18,43% – микропроцессорных устройств (МП).

Из приведенной статистики видим, что весьма большая и разветвлённая национальная энергосистема, как российская, даже сегодня более чем на 75% укомплектована ЭМРЗ.

Хотя ЭМРЗ доказали свою высокую надёжность и другие необходимые и полезные свойства РЗ (селективность, чувствительность, быстродействие и др.), процесс развития электроники, поставил задачу ухудшения этих свойств, что обусловлено созданием новых технических решений и устройств на электронной, микроэлектронной и микропроцессорной элементной базе [4].

Около 25 лет назад большинство ведущих мировых производителей РЗ перестали выпускать ЭМРЗ, сосредоточив все свои усилия на производстве МУРЗ [3].

По данным компании ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» (ОАО «СО ЕЭС») [12] количество РЗА в Томской энергосистеме (ЭС) (по состоянию на начало 2015) на линии электропередач 110-220 кВ составляет 1066 шт. А количество МПРЗ равно 43.

Согласно [2] базовый ущерб РЗ «У» разделяют на три составляющие (формула 1). Ущерб от простоя линии в отключенном состоянии. Ущерб от повреждённого элемента. Ущерб от снижения напряжения на объекте.

$$U_{Общ} = U_{Прост} + U_{Поврежд} + U_{Напряж} \quad (1)$$

Одним из параметров при оценке ущерба от аварии является причина аварии. Так, например, обрыв фазы на землю, пролет птицы или падение опоры – в этих трёх случаях последствия будут разными.

Также необходимо учитывать место КЗ и плановую передаваемую мощность. Так линия 220 кВ в Томской области состоит из ряда подстанций. Линия начинается от ПС «Томская» - ПС «Володино» – ПС «Чажемто» – ПС «Парабель» - ПС «Вертикой» – ПС «Раскино» – ПС «Чапаевка» и заканчивается на «Нижневартовская» ГРЭС в Тюменской ЭС. Необходимо отметить особенность Томской ЭС, а именно передаваемая мощность от станции ПС «Томская» ограничивается передачей до ПС «Парабель» и ПС «Вертикос». Таким образом, передача мощности из Тюменской ЭС от «Нижневартовская ГРЭС» ограничивается ПС «Вертикос» и ПС «Парабель». По этой причине самым тяжёлым случаем будут КЗ на участках линий ПС «Томская» - ПС «Володино» и ПС «Чапаевка» – «Нижневартовская» ГРЭС.

В силу особенности Томской ЭС снижение напряжения на ПС «Парабель» или ПС «Вертикос» после окончания действия КЗ возвращается к допустимым пределам. В этом случае ущерб от снижения напряжения на объекте учитывать не будем.

В свою очередь, ущерб от простоя линии можно определить по формуле (2):

$$U_{Прост} = N_{КЗ} \cdot t_{Простоя} \cdot C_{Тариф} \cdot P_{Потока} \quad (2),$$

где, $N_{КЗ}$ – количество коротких замыканий; $t_{Простоя}$ – длительность перерыва (ч); $C_{Тариф}$ – тариф на электроэнергию (мощность) ($кВт \cdot ч$) [8]; $P_{Потока}$ – передаваемая мощность потока (кВт), используем среднюю передаваемую мощность за последние два года.

Оценим стоимость одиночных ущербов в Томской ЭС. Рассмотрим два случая КЗ на линии 220 кВ на участке ПС «Томская» - ПС «Парабель» ($U_{ТО}$) и «Нижневартовская ГРЭС» - ПС «Парабель» ($U_{НГ}$).

1. Причиной КЗ стала пролетающая птица.

Повреждения видимые и весомые обычно отсутствуют.

Среднее время восстановления примем 2 часа.

$$U_{Поврежд1} = 0;$$

$$Y_{\text{Прост1ТО}} = 1 \cdot 2 \cdot 2,93 \cdot 340\,000 = 1\,992\,400 \text{ р.};$$

$$Y_{\text{Прост1НГ}} = 1 \cdot 2 \cdot 2,93 \cdot 200\,000 = 1\,172\,000 \text{ р.}$$

2. Повреждение вызвано обрывом фазы провода на землю

В этом случае стоимость ремонта, одного пролёта двухцепной металлической линии 220 кВ с 1 проводом на фазу, будет составлять:

$$Y_{\text{Поврежд2}} = 400\,000 \text{ р.}$$

Среднее время восстановления 24,9 ч.

$$Y_{\text{Прост2ТО}} = 1 \cdot 24,9 \cdot 2,93 \cdot 340\,000 = 24\,805\,380 \text{ р.};$$

$$Y_{\text{Прост2НГ}} = 1 \cdot 24,9 \cdot 2,93 \cdot 200\,000 = 14\,591\,400 \text{ р.}$$

Соответственно общий ущерб:

$$Y_{\text{Общ2ТО}} = 24\,805\,380 + 400\,000 = 25\,205\,380 \text{ р.};$$

$$Y_{\text{Общ2НГ}} = 14\,591\,400 + 400\,000 = 14\,991\,400 \text{ р.}$$

3. Падение опоры линии электропередач (ЛЭП).

В этом случае ущерб будет гораздо больше по сравнению с предыдущими случаями, так как для ликвидации последствий аварии, а именно, ремонта, требуется большее время.

Согласно [6, 7] время на восстановление примем 2 дня.

Рассчитаем примерную стоимость ущерба от повреждения опоры:

$$Y_{\text{Поврежд3Опоры}} = (C_{\text{Опоры}} + C_{\text{Опл.Труда}} + C_{\text{Экспл.Маши.}} + C_{\text{Опл.Водит.}}) \cdot K_{\text{запаса}} \cdot$$

$$Y_{\text{Поврежд3Опоры}} = (2\,191 + 324,55 + 1\,866,6 + 142) \cdot 1,2 \approx 5\,500 \text{ тыс. р}$$

где, $C_{\text{Опоры}}$ – цена опоры; $C_{\text{Опл.Труда}}$ – стоимость оплаты труда; $C_{\text{Экспл.Маши.}}$ – стоимость эксплуатации машин; $C_{\text{Опл.Водит.}}$ – зарплата водителям; $K_{\text{запаса}}$ – коэффициент запаса принимаемый равным 1,2.

Ущерб от простоя:

$$Y_{\text{Прост3ТО}} = 1 \cdot 48 \cdot 2,93 \cdot 340\,000 = 47\,817\,600 \text{ р}$$

$$Y_{\text{Прост3НГ}} = 1 \cdot 48 \cdot 2,93 \cdot 200\,000 = 28\,128\,000 \text{ р}$$

Соответственно общий ущерб составит:

$$Y_{\text{Общ3ТО}} = 47\,817\,600 + 5\,500\,000 = 53\,317\,600 \text{ р}$$

$$Y_{\text{Общ3НГ}} = 28\,128\,000 + 5\,500\,000 = 33\,628\,000 \text{ р}$$

Для дальнейшего оценивания ущербов в Томской ЭС, например, за 2015 год, необходимо больше количественных и качественных данных. Исходя из статистики за этот год произошло 6 КЗ, из них 4 «правильно» и 2 «неправильно», и по примерным оценкам стоимость ущерба исчисляется в десятках миллионов.

Необходимо помнить, что ущерб от перерывов электропитания у промышленных потребителей с непрерывным циклом производства, связанный с остановкой технологических процессов, прочего оборудования, браком продукции, аварийными сбросами продуктов и энергоносителей, может измеряться многими миллионами рублей. Тогда энергоснабжающая организация должна оплатить недоотпущенную энергию по штрафному (обычно семикратному) тарифу [11]. Но компенсация за недоотпуск электроэнергии, который, возможно, длился всего лишь секунды, при использовании автоматического повторного включения (АПВ), ни в какой степени не покрывает ущерб для промышленных предприятий.

Из статистики [5, 8] известно, что количество отказов, ложных, излишних, то есть неправильных срабатываний, у МПРЗ в 10 раз больше, чем у ЭМРЗ. Поэтому, чем большее количество МПРЗ используются, тем больше риск неправильных срабатываний, вследствие чего возможен больший экономический ущерб.

Из статистики ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» [10] можно узнать, что в 2013 году общее количество устройств РЗА, в 8 филиалах «Магистральные электрические сети» (МЭС), составило 298 287 единиц, в том числе 241 799 ЭМРЗ и 37 807 МПРЗ. Оснащенность устройствами РЗА нового поколения (МПРЗ) составила 18% всего парка эксплуатируемых устройств РЗА, причем 33% всех случаев неправильной работы РЗА приходится на МПРЗ, при этом 37% всех дефектов и неисправностей, выявленных при техническом обслуживании РЗА составили дефекты МПРЗ.

Подсчитаем ущерб от неправильного действия РЗ при условии, что через 2 секунды после начала КЗ сработает АПВ, а количество неправильной работы РЗА за 2013 из [1] примем 1 653.

$$U_{\text{Прощ}} = 1653 \cdot \frac{2}{3600} \cdot 2,93 \cdot 300\,000 = 658\,445 \text{ р.}$$

В единой энергосистеме (ЕЭС) необходимо, чтобы количество неправильных (ложных, излишних, отказов) срабатываний было минимальным. Ведь, несмотря на то что практически на всех линиях 220 и 500 кВ установлено АПВ, существуют определённые места, где из-за блокировки АПВ не работает.

В общем случае ущерб от негативного действия КЗ несут сетевая организация, обычные и промышленные потребители, а также генерирующие компании. Из официальных источников известно, что дефицит электроэнергии в Томской области составляет 40 %. Томская область закупает мощности не только у Тюменской ЭС, но и у Красноярского края и Кемеровской области. Отметим, что не всю стоимость потерь от ущерба КЗ несут сетевые и сбытовые энергокомпаниям. Около 30% от стоимости передачи мощности и электроэнергии – это оплата услуг генерации электростанций (ГРЭС, ТЭЦ и т.д.).

Если бы всю потребляемую и передаваемую мощность производили в Томской ЭС, тогда все потери и затраты на ремонт несли бы компания, в зоне обслуживания которой находится данная линия. В нашем случае это филиал компании ПАО «ФСК ЕЭС» - Томское ПМЭС и сбытовые компании. В определенной степени ущерб несёт бюджет области и страны в целом. Потому как каждая сетевая и генерирующая компании платят налоги в бюджет. Конечно, потеря бюджета при налоговых отчислениях при одиночном КЗ будет мало заметна. Однако из источника [1] известно, что количество срабатываний РЗ составляет 535 944 раз, а значит, и потери бюджета в рамках всей страны будут крупномасштабными.

В силу особенности Томской энергосистемы, на участке линии 220 кВ «Нижевартовская ГРЭС» - ПС «Парабель», мощность предоставляет Тюменская ЭС. В этом случае потери из-за недоотпуска электроэнергии будет нести Тюменская ЭС.

В результате можно оценивать ущерб от КЗ в Томской ЭС. Для более точных расчётов необходимо знать более точное время перерыва, плановую передаваемую мощность во время перерыва, место КЗ на участке линии. Показано, что количество неправильных срабатываний у МПРЗ больше, чем у ЭМРЗ, что несёт дополнительные риски. Если при неправильном срабатывании РЗ сработает АПВ, то ущерб за время работы АПВ можно пренебречь. Особенно в рамках одной ЭС. Однако, если при неправильном срабатывании РЗ АПВ не сработало, стоимость ущерба будет увеличиваться ежесекундно, что будет нести дополнительные убытки, в нашем случае Томской ЭС. В этом случае нужно поднимать вопрос об использовании более надёжной РЗ с меньшим количеством неправильной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приложение №1 к протоколу Правления ОАО «Россети» от 22.06.2015 № 356пр/
2. Шмойлов А.В., Козлов А.В., Экономическая эффективность релейной защиты и автоматики // Энергетика: экология, надёжность, безопасность: Матер. VII Всерос. Науч.- техн. Конф., Томск 2001. – 112-117.
3. Гуревич В.И. Уязвимости Микропроцессорных реле защиты: проблемы и решения. – М.: Инфра-Инженерия, 2014. – 256 с.
4. Электротехнический справочник в четырёх томах. Том 3. Производство, передача и распределение электрической энергии. Под общей редакцией профессоров МЭИ В.Г. Герасимова, А.Ф. Дьякова, Н.Ф. Ильинского, В.А. Лабунцова, В.П. Морозкина, И.Н. Орлова, А.И. Попова, В.А. Строева – 8-е изд., - МЭИ, 2002.
5. Heising C. R., Patterson R. C. Reliability Expectations for Protective Relays. Developments in Power Protection. Fourth International Conference in Power Protection, 11–13 Apr. 1989, Edinburgh, UK.
6. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442
7. Приказ Министерства энергетики РФ от 15 апреля 2014 г. N 186
8. Приложение №1 к приказу Департамента тарифного регулирования Томской области от 29.12.2015 года № 6-747.
9. Коновалова Е. В. Основные результаты эксплуатации устройств РЗА энергосистем Российской Федерации. — Релейная защита и автоматика энергосистем 2002. Сборник докладов XV Научно-технической конференции, Москва, 2002, с. 19–23.
10. Кузьмичев В. А., Коновалова Е. В., Захаренков А.Ю. «Анализ работы микропроцессорных устройств РЗА в ЕНЭС России». ОАО «Фирма ОРГРЭС». 16-ая специализированная выставка «Электрические сети России - 2013» Научно-практическая конференция «Релейная защита и автоматизация энергосистем»
11. Экономика предприятий энергетического комплекса: Учеб. Для вузов/ В.С. Самсонов, М.А. Вяткин. – 2-е изд. – М.: Высш. Шк., 2003. – 416 с.
12. <http://so-ups.ru/>

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА НА ОСНОВЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ

К.С.Ерофеева, А.Н.Алимханова

(г. Томск, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники)

THE DEVELOPMENT OF THE MODELS FORECASTING THE BANKRUPTCY ON THE BASIS OF DISCRIMINANT ANALYSIS AND LOGISTICAL REGRESSION.

K.S. Erofeeva, A.N. Alimkhanova

(Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics)

This article examines algorithms of developing models for evaluating the probability of bankruptcy based on multiple discriminant analysis and logistical regression. Two models built based on statistical data of enterprises after that evaluated their accuracy.

Keywords: bankruptcy, mda model, logit model, forecasting, evaluation, insolvency.

Согласно статистике в 2015 году банкротами было признано 14624 тысяч компаний. Это на 22% больше, чем в прошлом году. И с каждым годом этот показатель имеет тенденцию к увеличению. Этому способствует нестабильная экономическая и