

Об информационной теории релейной защиты

В данной статье вы найдете ответы на следующие вопросы:

- В чем заключается основная идея информационной теории релейной защиты?
- Какие термины лежат в основе данной теории?

Авторы

Лямец Ю. Я.
Нудельман Г. С.

На современном этапе развития системы релейной защиты и автоматики (РЗА) важнейшей задачей остается обеспечение повышения технического совершенства и надежности функционирования устройств РЗА. Техническое совершенство, как известно, характеризуется следующими основными параметрами: селективность, чувствительность, быстродействие [1].

Внедрение средств микропроцессорной техники и специального программного обеспечения дало импульс развитию теории релейной защиты и созданию ее отдельного направления – информационной теории [2]. Главная ценность информационной теории заключается в том, что она раскрывает механизм достижения наивысшей чувствительности при гарантированной селективности. Эта задача связана с использованием всей доступной информации: априорной, текущей и апостериорной и двумя важными

разделами теории – имитационным и алгоритмическим моделированием контролируемых объектов [3].

Основные положения информационной теории в видении авторов изложены в [3–6], диссертационных работах [7–10] и в многочисленных докладах представителей чебоксарской школы релейной защиты на международных и российских конференциях.

Цель настоящей публикации – ознакомить читателя с терминологией, составляющей ядро информационной теории. Прикладные аспекты информационной теории подтверждены рядом разработок в области РЗА и локации повреждений в линиях электропередачи. Применение многомерных реле раскрывает новые возможности микропроцессорной релейной защиты.

На страницах будущих номеров журнала авторы предполагают ознакомить читателей с основными положениями информационной теории релейной защиты. 

Термины и определения, используемые в информационной теории релейной защиты

Термин	Определение
Селективность релейной защиты	свойство релейной защиты выявлять поврежденный объект энергосистемы, срабатывать при возникновении аварийного режима объекта и гарантированно не срабатывать во всех других режимах.
Примечание: Приведенное определение термина «Селективность релейной защиты» не противоречит принятым определениям, а уточняет их: <ul style="list-style-type: none"> ■ Селективность защиты – способность защиты определять поврежденный участок и (или) поврежденную фазу энергосистемы (Международный электротехнический словарь. Глава 448: Защита энергетических систем). ■ Селективность защиты – способность защиты выявить и отключить именно поврежденный элемент энергосистемы, а не какой-либо иной (Основы современной энергетики. В двух томах. Под общей редакцией Е. В. Аметистова, Том 2 Современная электроэнергетика. Под редакцией А. П. Бурмана и В. А. Стрובה. Москва. Издательский дом МЭИ. 2008). 	
Отслеживаемый режим (α-режим)	аварийный режим защищаемого объекта, при котором релейная защита призвана срабатывать.
Альтернативные режимы (β-режимы)	все режимы защищаемого объекта, при которых релейная защита гарантированно не должна срабатывать.
Имитационная модель защищаемого объекта	физическая система или математическая структура, воспроизводящая электрические величины, наблюдаемые на реальном защищаемом объекте.
Алгоритмическая модель защищаемого объекта	математическая структура, преобразующая информацию из мест наблюдения в места предполагаемых повреждений.
Информационная база релейной защиты	совокупность текущей информации, поступающей от защищаемого объекта, и априорной информации о параметрах его имитационной модели.
Объектное пространство C	m -мерное вещественное пространство, вмещающее область G определения вектора x варьируемых параметров имитационной модели защищаемого объекта; m – число варьируемых параметров.
Объектное пространство C_α отслеживаемых режимов	m_α -мерное пространство, вмещающее область G_α определения вектора x_α варьируемых параметров имитационной модели в отслеживаемых режимах.
Объектное пространство C_β альтернативных режимов	m_β -мерное пространство, вмещающее область G_β определения вектора x_β варьируемых параметров имитационной модели в альтернативных режимах.
Уставочное пространство A	n -мерное вещественное пространство, в котором отображается вектор замеров релейной защиты.
Распознаваемость конкретного аварийного режима x_α	свойство защищаемого объекта, обеспечивающее принципиальную возможность отличить данный режим x_α от всего множества альтернативных режимов $x_\beta \in G_\beta$.

Термин	Определение
Область распознаваемости аварийных режимов $G_{рас} \subset G_{\alpha}$	множество физически распознаваемых режимов области G_{α} .
Область распознавания аварийных режимов релейной защитой $G_{\alpha} \subset G_{рас}$	множество физически распознаваемых режимов области G_{α} , на которые реагирует данная защита.
Распознающая способность релейной защиты	параметр, определяемый отношением размеров области распознавания аварийных режимов релейной защиты G_{α} и области G_{α} .
Принцип информационного совершенства релейной защиты	необходимость обеспечения условий, при которых область G_{α} распознавания аварийных режимов релейной защитой приближалась бы к области $G_{рас}$ распознаваемости аварийных режимов.
Критерий резистивности замыкания	положение о том, что модель замыкания может быть представлена в виде резистивной схемы.
Многомерная релейная защита	релейная защита, обладающая способностью объединять в единой алгоритмической модели всю доступную информацию (разнесенную во времени, в пространстве; текущую, априорную).
Виртуальное реле	программный модуль, реализующий функцию реле, использующий токи и напряжения, формируемые алгоритмической моделью защищаемого объекта.

Литература

1. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. М.: Энергия, 1976. – 519 с.
2. Phadke A.G., Thorp J.S. Computer relaying for power systems. Taunton, Somerset, England: Research Studies Press LTD, 1988. – 289 с.
3. Лямец Ю.Я., Нудельман Г.С., Павлов А.О. Эволюция дистанционной релейной защиты // Электричество. 1999. № 3
4. Ю.Я. Лямец, Г.С. Нудельман, А.О. Павлов, Е.Б. Ефимов и др. Распознаваемость повреждений электропередачи. Ч.1. Распознаваемость места повреждения // Электричество. 2001. № 2. Ч. 2. Общие вопросы распознаваемости по-

- врежденных фаз. Там же. № 3. Ч. 3. Распознаваемость междупазных коротких замыканий. Там же. № 12
5. Liamets Y., Efimov E., Nudelman G., Zakonjsek J. The principle of relay protection information perfection. – CIGRE, SC 34 Colloquium, Prefer. Subject 1, Sibiu, Romania, Paper 112, 2001.
6. Лямец Ю.Я., Нудельман Г.С., Подшивалин А.Н., Закончек Я.В. Об информационной теории релейной защиты. Известия Академии электротехнических наук РФ, № 1, 2009.
7. Павлов А.О. Информационные аспекты распознавания коротких замыканий в линиях электропередачи в приложении к за-

- щите дальнего резервирования. – Автореф. дис. канд. техн. наук. Чебоксары. 2002
8. Ефимов Е.Б. Оптимальная фазовая селекция коротких замыканий в линиях электропередачи. – Автореф. дис. канд. техн. наук. Чебоксары. 2002
9. Подшивалин А.Н. Метод информационного анализа и его приложение к определению места повреждения и дистанционной защите линий электропередачи. – Автореф. дис. канд. техн. наук. Чебоксары. 2005
10. Иванов С.В. Информационный анализ линий электропередачи и способов их защиты. – Автореф. дис. канд. техн. наук. Чебоксары. 2005.

Лямец Ю. Я., д.т.н. проф. кафедры ТОЭ и РЗА Чувашского государственного университета, заслуженный изобретатель РФ

Нудельман Г. С., генеральный директор ОАО «ВНИИР», доктор электротехники, академик АЭН РФ, проф., заведующий кафедрой ТОЭ и РЗА Чувашского государственного университета, заслуженный изобретатель РФ

новости ● лекции ● статьи ● технические решения

МЭК 61850 на русском

Проект издательского дома «Вся электротехника»

<http://www.iec61850.ru>