

НЕЙРОСЕТЕВОЙ КЛАССИФИКАТОР КАК ОСНОВНОЙ ОРГАН БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ВВОДА РЕЗЕРВА

Быстродействующий автоматический ввод резерва (БАВР) для предотвращения нарушения электроснабжения должен определять, в какой части сети произошло повреждение, в одной из подводящих цепей питания, общей части сети или шинах нагрузок. В данной работе демонстрируется применение нового метода для решения задачи БАВР при упрощённой постановке задачи, а именно рассматривается классификация режимов короткого замыкания на питающих вводах.

Универсальным классификатором является простейшая нейронная сеть – персептрон (рис. 1), так как для нее доказана теорема о сходимости [1, 2]. Известно, что применение нейросетевого метода позволяет получить результаты, не уступающие классическим алгоритмам [3]. В связи с этим для повышения чувствительности предлагается использовать нейросетевой классификатор, позволяющий получить максимально возможную чувствительность для имеющейся информационной базы.

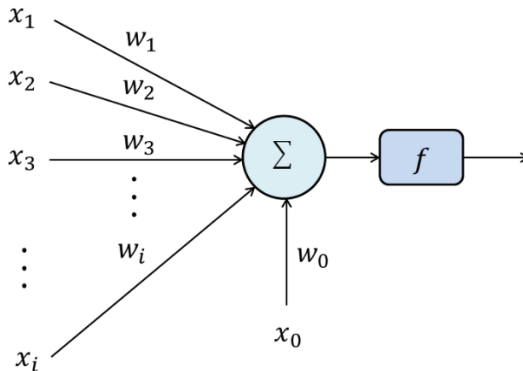


Рис. 1. Схема нейронной сети

В данной работе нейросетевой классификатор применяется для решения задачи распознавания повреждения в цепи питания одной из двух нагрузок. В качестве информационной базы используются токи и напряжения, наблюдаемые на шинах нагрузок. Для обучения используется пары, состоящие из вектора, определяющего режим работы сети и идентификатор класса.

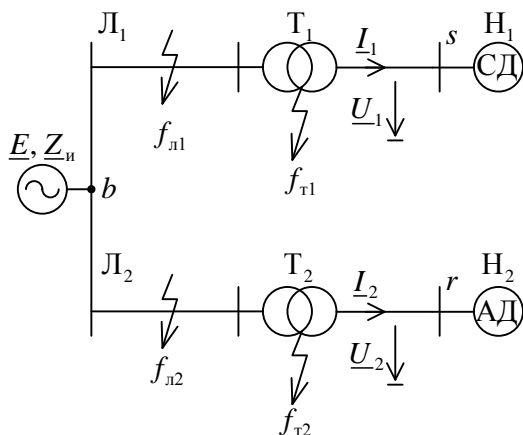


Рис. 2. Имитационная модель сети

Для генерации обучающей выборки использовалась имитационная модель реальной сети (рис. 2). Модель состоит из двух линий протяженностью $l = 41,6$ км и маркой провода АС-120/19, двух трансформаторов мощностью 10 МВА. Нагрузка сети – электродвигатели: H_1 – синхронные, H_2 – асинхронные, по два электродвигателя мощностью 2,3 МВА на каждой системе шин нагрузки. В среде моделирования MATLAB – Simulink имитировались металлические трёхфазные КЗ в различных точках сети при различной нагрузке на валу электродвигателей.

Полученные данные используются для обучения нейронной сети. Выходной величиной нейронной сети является вероятность p принадлежности прецедента к первому или второму классу [2]

$$p = f \left(\sum_{i=1}^n x_i w_i \right),$$

где x_i – значение i -го входа нейрона; w_i – вес i -й связи; n – число входов нейрона; f – функция активации (в данном примере используется сигмоида).

В результате обучения был получен классификатор на нейросетевом принципе, использование которого позволило безошибочно разграничивать режимы короткого замыкания на различных вводах.

Литература

1. Дементий Ю. А., Маслов А. Н. Нейросетевой классификатор режимов работы энергообъекта и оценка его распознающей способности при различном количестве прецедентов // Вестник Чувашского университета. 2021. № 3. С. 45–52.

2. Дементий Ю. А., Маслов А. Н., Николаев К. П. Нейросетевая классификация режимов // Современные тенденции развития цифровых систем релейной защиты и автоматики: материалы науч.-техн. конф. молодых специалистов форума «РЕЛАВЭКСПО-2021». Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2021. С. 147–152.

3. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия–Телеком, 2001. 382 с.

Шорников Е.В.
(Чебоксары, ООО «Релематика»)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ*

В связи с всеобщей цифровизацией энергетики, выражающейся в повсеместном внедрении стандарта МЭК 61850, появляется возможность масштабного сбора и хранения данных о работе энергосистемы. Неполное использование полученной информации может привести к упущенной прибыли, вызванной

* Работа выполнена в рамках гранта фонда содействия инновациям в научно-технической сфере договор №17325ГУ/2022 от 14.04.2022.