

УДК 621.316.925

С. В. Новиков<sup>1</sup>, Р. С. Трифонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДХОДОВ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

**Аннотация.** В настоящее время, в режимах работы релейной защиты происходит сбой в работе её систем, которые создают проблемы для совершенствования алгоритмов релейной защиты. Для решения таких проблем рассмотрен классический подход построения алгоритмов, а также перспектива применения подход глубокого обучения для совершенствования систем релейной защиты.

Применяя подход глубокого обучения для релейной на основе статистики получаемых данных, эти данные происходят множество логических операций, а система будет выдавать решение. Такое применение в релейной защите, повышает её чувствительность, селективность и надежность. Создавая безаварийный и качественный рабочий процесс релейной защиты.

**Ключевые слова:** релейная защита, рабочий ток, ток короткого замыкания, обучений, машинное обучение, нейронное обучение.

S. V. Novikov<sup>1</sup>, R. S. Trifonov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zabaykalsky Institute of Railway Transport, Chita, Russian Federation

## PROSPECTS FOR APPLYING DEEP MACHINE LEARNING APPROACHES TO IMPROVING RELAY PROTECTION

**Annotation.** Currently, in the operating modes of the relay protection, there are failures in the operation of its systems, which create problems for improving the relay protection algorithms. To solve such problems, the classical approach of constructing algorithms is considered, as well as the prospect of using the deep learning approach to improve relay protection systems.

By applying a deep learning approach to relay-based statistics of the received data, this data will undergo many logical operations, and the system will produce a solution. This application in relay protection increases its sensitivity, selectivity and reliability. Creating a trouble-free and high-quality relay protection workflow.

**Keywords:** relay protection, operating current, short-circuit current, learning, machine learning, neural learning.

### Введение

Назначение релейной защиты заключено в быстром отключении поврежденного участка энергосистемы для обеспечения сохранности довольно дорогостоящего оборудования.

Нарушения в системах электроснабжения, как правило, возникают при следующих аварийных режимах: перегрузках, коротком замыкании, а также при коммутационных и атмосферных перенапряжениях.

Защита всех устройств электроснабжения железных дорог построена таким образом, чтобы при возникновении любых ненормальных режимов работы в первую очередь срабатывала защита на тяговых подстанциях и постах секционирования. Это условие позволяет предотвратить возникновение повреждений электрического оборудования электроподвижного состава и контактной сети

Основным элементом релейной защиты является реле — устройство, которое срабатывает при достижении входного параметра определенного, заранее заданного уровня. Из-за увеличения грузоперевозок, возникают ситуации, когда при нормальных условиях параметры выходят за нормальные значения, произойдя ложные срабатывания из-за не совершенствования алгоритмов.

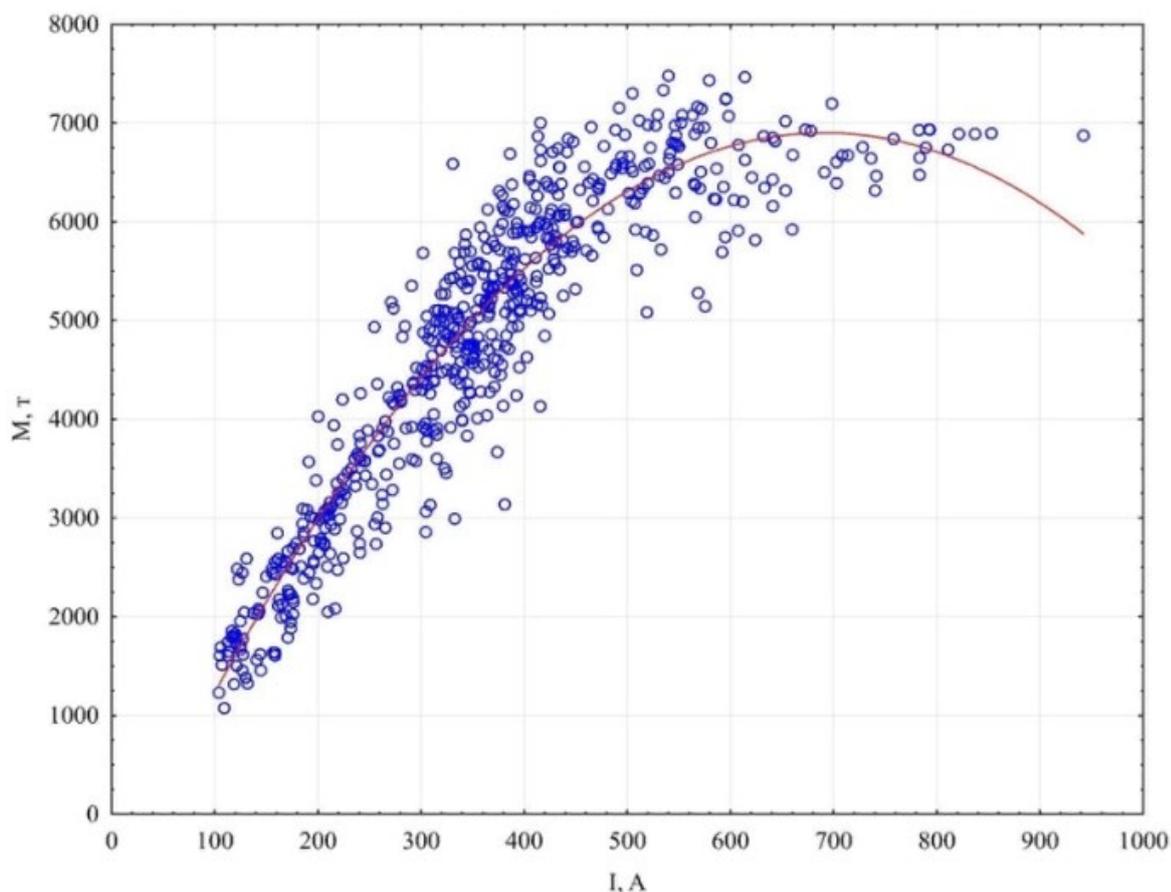
### 1 Актуальность проблемы совершенствования алгоритмов релейной защиты

Релейная защита – это комплекс устройств предназначенный для быстрого, автоматического выявления поврежденных элементов электроэнергетического участка и его изолирования от всей системы для нормальной работы

Основные требования, предъявляемые к РЗ: быстродействие, чувствительность, селективность, надёжность.

В настоящее время для увеличения объёма перевозок на железных дорогах применяют сдвоенные тяжеловесные поезда массой 11-12 тыс. тон.

Диапазон для нормальных токов, при пропуске тяжелых составов весом от 4500 до 9000 тыс. тон, равен 400-800 А, а при пропуске тяжеловесных поездов рабочий ток возрастает до значений сопоставимых с током короткого замыкания в минимальном режиме энергосистемы, в диапазоне от 1000 до 1200 А.



**Рисунок 1 – Диаграмма рассеяния массы и тока поездов**

Релейная защита не может определить: происходит ли сейчас на линии короткое замыкание или же это нормальное значение токов для данного типа состава, поэтому РЗ срабатывает.

Это приводит к отключению линии (участка) и происходит остановка состава или не срабатывает, что может привести к превышению максимально допустимого рабочего тока подвески и пережогу КС.

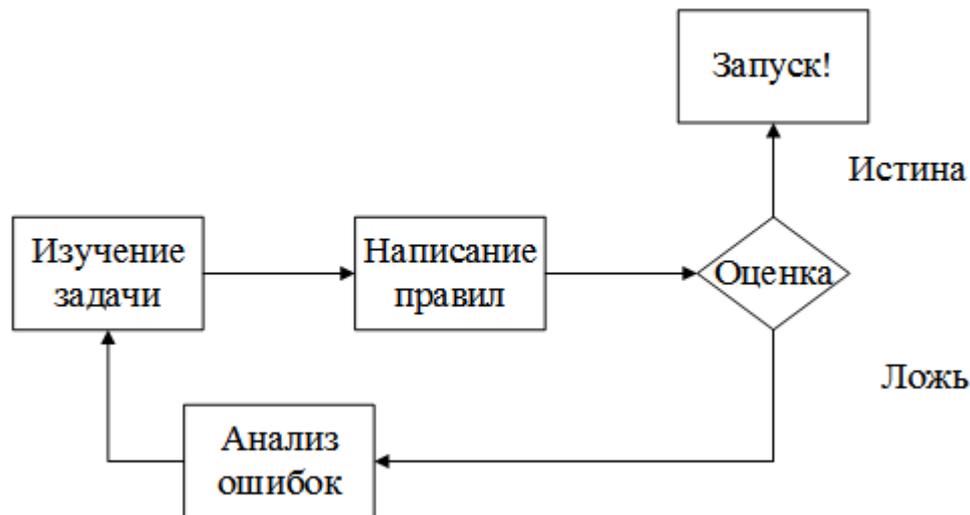
Такие ошибки в срабатывании реле связаны с классическим подходом к построению алгоритмов, заложенных в структуру реле, которое ведёт к тому, что в современных условиях невозможно однозначно разграничить нормальный и аварийный режимы работы.

## **2 Классический подход к построению алгоритмов релейной защиты**

Задачу работы РЗ по определению режима работы СТЭ можно рассмотреть, как решение задачи бинарной классификации.

Бинарная классификация – одна из наиболее распространенных проблем прикладной статистики и машинного обучения, которая решается во множестве прикладных областей.

Суть бинарной классификации заключается в том, что устройство получает данные из ограниченного набора значений, проводя между ними расчетные операции по заранее четко прописанному своду правил и инструкций и из получившихся значений, по признакам выбирает состояние 0 или 1.



**Рисунок 2 – Традиционный подход к построению алгоритмов**

Задачи бинарной классификации:

- получение определенно заданных параметров;
- классификация этих параметров на признаки;
- принятие двух заданных значений, 0 или 1;
- не способность системы учиться.

Подход основанный на машинном обучении

Машинное обучение – это методики анализа данных, которые позволяют аналитической системе обучаться в ходе решения множества сходных задач.

Машинное обучение базируется на идее о том, что аналитические системы могут учиться выявлять закономерности, и принимать решения с минимальным участием человека.

Машинное обучение используют для:

- получения сведения о сложных задачах и крупных объемах данных;
- адаптации под новые данные;
- упрощения задач, для решения которых требуется большой ручной настройки;
- нахождения альтернативного решения для задач с нетрадиционным способом решения.

Обучение – это процесс получения информации, которая преобразуется в определенный результат.



Рисунок 3 – Подход с машинным обучением

Так, бинарную классификацию заменить на нейронное обучение.

### 3 Подход глубокого обучения к построению алгоритмов

Нейронная сеть – это модель машинного обучения, созданная на основе и работе биологических нейронных сетей живого организма.

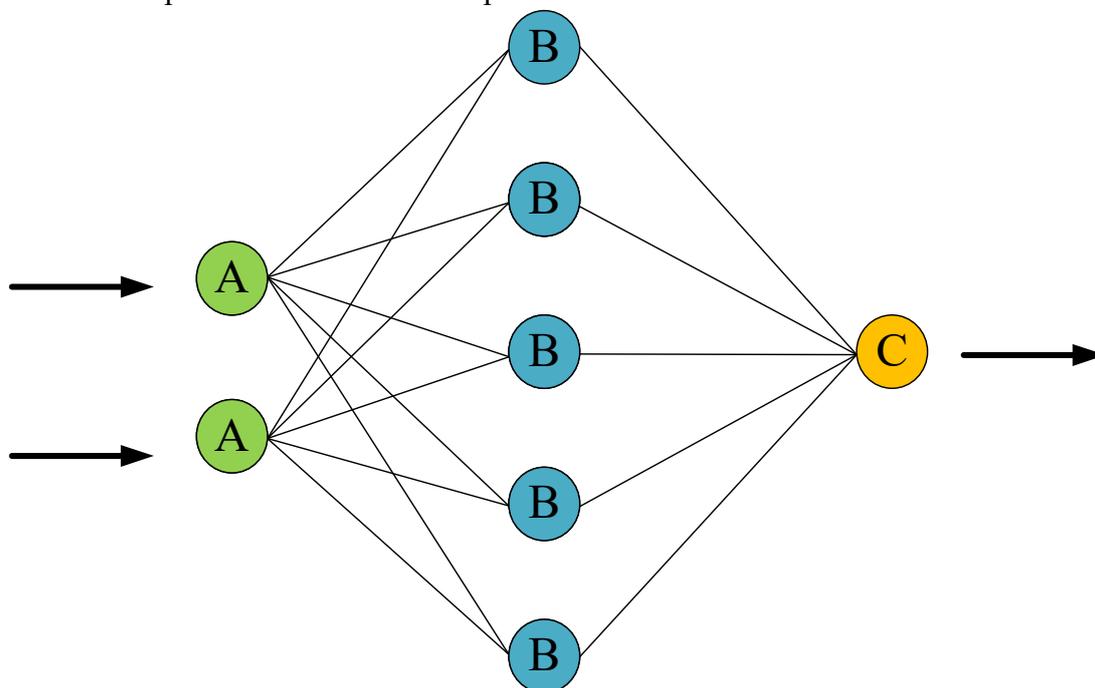


Рисунок 4 – Схема простой нейронной сети.

Нейронная сеть имеет в себе два и более входов, в которые получает какую-либо информацию. Эта информация попадает слой нейронов или процессорные нейроны, где происходит 80% всех операций. После всей обработки сеть приходит к ответу, который поступает на выход.

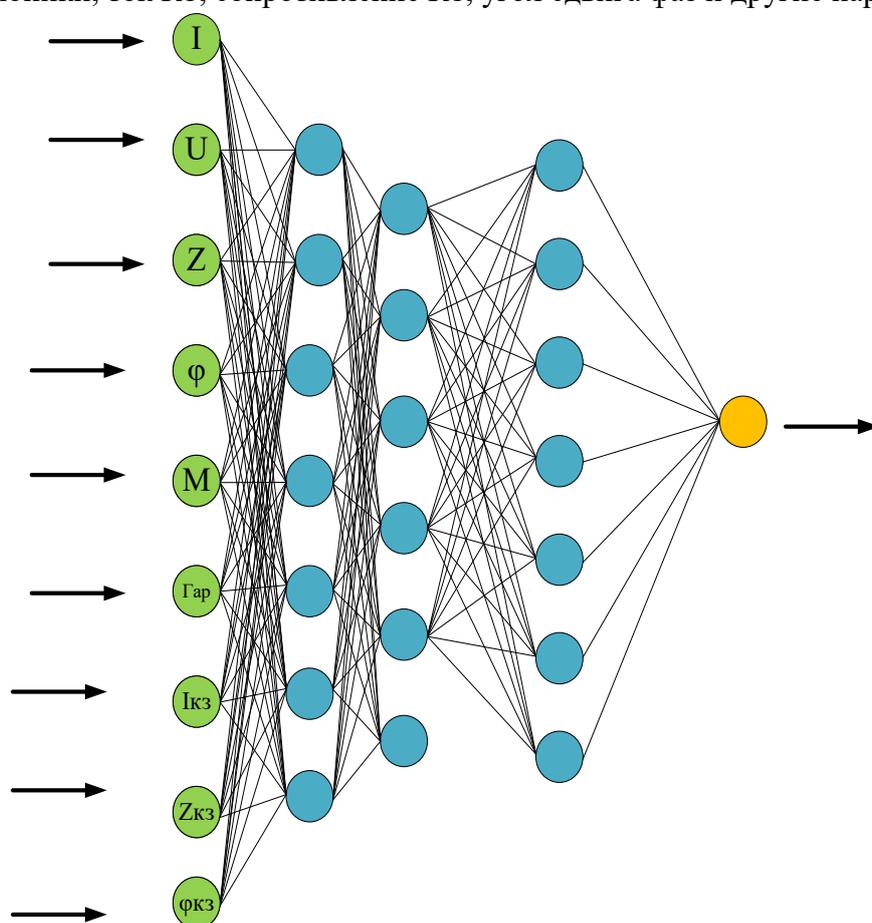
В нейронных сетях происходит обучение, а не составление определенной программы-ответа, что повышает её значимость над остальными алгоритмами машинного вида обучения.

Как говорилось выше, основные алгоритмы и расчеты проходят в процессорных нейронах, разделенные на простые процессы, но вместе способны изучать и учиться для очень больших и разветвлённых задач. Также в слой можно добавить ещё один вход информации, собранный во время работы данного обучения, который заставит процесс пересмотреть все данные наработки на основе новых данных, что в свою очередь приведет созданию ещё одного слоя процессов и получившиеся решение будет более точно в условиях данной задачи.

Для машинного обучения, нейронное обучение применяет методы распознавания образов, дискриминантного анализа и методов кластеризации.

#### **4 Перспективы применения глубокого обучения для разработки новых подходов и алгоритмов по повышению технического совершенства РЗ**

Применяя подход глубокого обучения для решения задачи бинарной классификации, мы можем обучить релейную защиту на основе статистики получаемых данных, собираемых круглосуточно. Такие как базовые параметры ток, напряжения, сопротивление, а также массу составов, гармоники, ток КЗ, сопротивление КЗ, угол сдвига фаз и другие параметры.



**Рисунок 5 – Схема сложного нейронного обучения с ведением дополнительной информации**

#### **Заключение**

Подавая в систему обучения, эти данные проходят множество логических операций, которые в свою очередь будут делиться на признаки и свойства, сравнивая их система будет выдавать решение, которое выдаст на выход верное решение. При этом реле постоянно учится. Такое применение в релейной защите, повышает её чувствительность, селективность и надежность.

Создавая тем самым безопасный и качественный перевозочный процесс на железнодорожном транспорте.

Приводя к нулю ошибочные действия РЗ

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Орельен Ж. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow. Концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. 2018., стр.688.
- 2 Жуков Л. А. Приложение нейронных сетей. стр. 121.
- 3 Насибуллин А. Т., Панова Е. А. Постановка задачи применения адаптивных нейронных сетей в дистанционной релейной защите линий.
- 4 Донской В. И. Алгоритмические модели обучения классификации: обоснование, сравнение, выбор. -Симферополь: ДИАЙПИ, 2014., стр. 228.
- 5 Загоруйко Н. Г. Когнитивный анализ данных. 2012., стр. 203.
- 6 Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А., Глубокое обучение. 2017., стр 652.

## BIBLIOGRAPHIC LIST

- 1 Aurelien J. Applied machine learning using Scikit-Learn and TensorFlow. Concepts, tools, and techniques for creating intelligent systems. 2018., p. 688.
- 2 Zhukov L. A. Application of neural networks. p. 121.
- 3 Nasibullin A. T., Panova E. A. Statement of the problem of using adaptive neural networks in remote relay protection of lines.
- 4 Donskoy V. I. Algorithmic models of classification training: justification, comparison, choice. - Simferopol: DIAYPI, 2014., p. 228.
- 5 Zagoruiko N. G. Cognitive data analysis. 2012., p. 203.
- 6 Goodfellow J., Benjio I., Courville A., Deep learning. 2017., page 652.

## Информация об авторах

*Трифонов Руслан Сергеевич* – доцент кафедры «Электроснабжение», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: rtrif@rambler.ru

*Новиков Степан Витальевич* – студент гр. СОД. 1-17-1, Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: step.novikov1809@yandex.ru

## Authors

*Trifonov Ruslan Sergeevich* – docent of the Department of Power Supply, Zabaikalsky Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: rtrif@rambler.ru

*Novikov Stepan Vitalievich* – student of gr. SOD. 1-17-1, Zabaikalsky Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: step.novikov1809@yandex.ru

## Для цитирования

Трифонов Р. С. Перспективы применения подходов глубокого машинного обучения к совершенствованию релейной защиты [Электронный ресурс] / Р. С. Трифонов, С. В. Новиков // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. — 2021 — №1. Режим доступа: <http://mnv.irkups.ru/toma/212-2021>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ. (дата обращения: \_\_\_\_\_)

## For citation

Trifonov R. S. Prospects for applying deep machine learning approaches to improving relay protection [Electronic resource] / R. S. Trifonov, S.V. Vitalievich // Young science of Siberia: electron. scientific. zhurn. - 2021 - No. 1 Access mode: <http://mnv.irkups.ru/toma/111-2021>, free. - Title from the screen. - Yaz. Russian, English (date of access: 04/29/2021)

Trifonov R. S. Perspektivy primeneniya podkhodov glubokogo mashinnogo obucheniya k sovershenstvovaniyu releynoy zashchity [Elektronnyy resurs] / R. S. Trifonov, S. V. Novikov // Molodaya nauka Sibiri: elektron. nauch. zhurn. - 2021 g. - №1. Rezhim dostupa: <http://mnv.irkups.ru/toma/111-2021>, svobodnyy. - Zagl. s ekrana. - YAz. rus., angl. (data obrashcheniya: 29.04.2021)