

Одним из ключевых аспектов инноваций в железнодорожном транспорте является развитие технологий строительства железнодорожных путей. Новые материалы и методы строительства позволяют улучшить грузоподъемность, стабильность и долговечность путей.

Например, использование биметаллических рельсов позволяет уменьшить износ и повысить срок службы путей, так как внутренняя часть рельсов изготовлена из стали, а внешняя – из алюминиевого сплава. Такой подход способствует снижению стоимости эксплуатации и ремонта путей.

Также в последние годы развиваются технологии применения бетонных плит для строительства путей. Они обладают высокой грузоподъемностью, стабильностью и снижают вибрацию при движении поездов, что улучшает комфорт пассажиров.

2 Инфраструктура железнодорожного транспорта.

Инновационное развитие в инфраструктуре железнодорожного транспорта направлено на повышение эффективности использования путей и облегчение движения поездов.

Например, внедрение систем автоматического контроля и управления движением позволяет оптимизировать движение поездов на участках с большой загруженностью и снизить возможность возникновения происшествий. Технологии автоматического определения положения поезда и контроля скорости также способствуют улучшению безопасности и эффективности железнодорожного транспорта.

3 Подвижной состав.

Развитие инноваций в железнодорожном транспорте также охватывает сферу подвижного состава – локомотивов и вагонов. Одним из ключевых направлений инноваций является создание энергоэффективных и экологически чистых технологий.

Например, разработка и использование гибридных локомотивов, работающих на электричестве и дизельном топливе, позволяет снизить выбросы вредных веществ и сократить эксплуатационные расходы. Также в последнее время активно разрабатываются электрические и водородные тепловозы, что способствует переходу к более экологичным формам энергии.

Важной инновацией в подвижном составе является разработка и внедрение высокоскоростных поездов. Они позволяют сократить время перевозки пассажиров и грузов, что является важным фактором для развития экономики и повышения мобильности людей.

4 Системы безопасности.

Внедрение инноваций в системы безопасности является неотъемлемой частью развития железнодорожного транспорта. Развитие современных систем видеонаблюдения, автоматического контроля и определения состояния поездов позволяет предотвращать происшествия и реагировать на них в кратчайшие сроки.

Например, системы контроля доступа позволяют предотвратить несанкционированный доступ на железнодорожную инфраструктуру и уменьшить возможные риски. Системы автоматического определения состояния поезда способствуют выявлению возможных поломок и предупреждают о них заблаговременно.

Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов железнодорожного транспорта является важным фактором для повышения эффективности, безопасности и комфорта перевозок. Модернизация инфраструктуры, использование новых технологий при эксплуатации поездов и обеспечение безопасности пассажиров – все это примеры инноваций в железнодорожной отрасли. Высокоскоростные поезда, магнитно-подвесные системы и гиперпетлейные железные дороги – примеры инноваций, которые уже внедрены или находятся в стадии разработки. Все эти инновации вносят существенный вклад в развитие железнодорожного транспорта и способствуют повышению его эффективности и удобства для пассажиров.

УДК 621.314

ДИАГНОСТИКА МАЛОМОЩНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*И. Л. ГРОМЫКО, Д. В. МИРОШ, И. В. КОТЕЛ, И. Е. МОНАРХОВИЧ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

На сегодняшний день более 50 % трансформаторов системы электроснабжения железнодорожной отрасли страны отработали 25 лет – установленный согласно [1] срок службы. Многие из таких

трансформаторов могут эксплуатироваться еще длительное время, однако в этом случае должны предъявляться повышенные требования к методам диагностики их технического состояния.

Цель исследования – разработка программного обеспечения для определения технического состояния трансформаторов системы электроснабжения.

Было разработано программное обеспечение для мониторинга текущего состояния трансформатора с помощью сверточных нейронных сетей [2]. Аппаратное обеспечение состоит из двух энергометров PZEM-004T-100A, которые считывают данные (напряжение, ток, активная мощность и коэффициент мощности) с первичной и вторичной обмоток трансформатора и передают их на компьютер.

В основе программного обеспечения лежит алгоритм, который с помощью сверточных нейронных сетей сравнивает текущее состояние трансформатора с нормальным. Данные для нормального трансформатора формируются на основе введенных параметров и его Т-образной схемы замещения. В то же время данные для текущего состояния берутся напрямую с энергометров. Далее идет параллельная обработка текущего и нормального состояний.

Из-за различного рода помех определить по отдельным данным нормальное или ненормальное состояние достаточно проблематично, поэтому для минимизации влияния помех лучше всего использовать отношения напряжений, токов, активных мощностей и коэффициентов мощностей, между первичной и вторичной обмотками трансформатора. Используя линейную нормализацию и библиотеку OpenCV, алгоритм преобразует полученные отношения в изображения. Затем происходит наложение изображений нормального и текущего состояний, и анализ с помощью сверточных нейронных сетей. Результат наложения изображений по отношению токов представлен на рисунке 1.

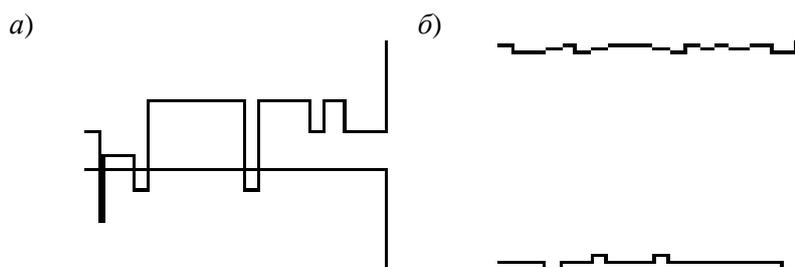


Рисунок 1 – Результат наложения изображений по отношению токов между первичной и вторичной обмотками при нормальном (а) и ненормальном (б) состояниях трансформатора

Если отношения токов, снятые с трансформатора при его текущем состоянии, практически не отличаются от данных, снятых при его нормальном состоянии (см. рисунок 1, а), то можно сделать вывод, что трансформатор находится в нормальном состоянии. В противном случае (см. рисунок 1, б), можно сделать вывод о недопустимом техническом состоянии. Однако этого вывода недостаточно для оценки состояния трансформатора. Поэтому, аналогичные изображения формируются ещё на основании отношений активных мощностей и коэффициентов мощностей. Отношения напряжений не используются, из-за малой информативности.

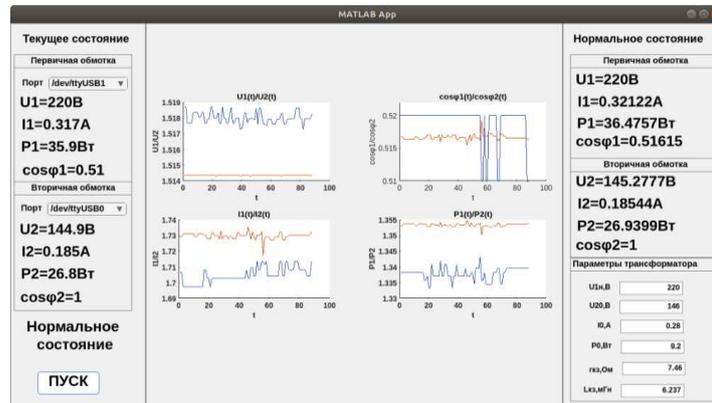
Полученные изображения затем передаются на входы трех сверточных нейронных сетей. Первая нейронная сеть отвечает за мониторинг состояния трансформатора на основании отношений токов, вторая сеть отвечает за отношения активных мощностей, а третья – за отношения коэффициентов мощностей. На выходе нейронные сети выдают только два числа: «0» (нормальное состояние) и «1» (ненормальное состояние). Если первая и вторая (или третья) нейронные сети выдали «1», то алгоритм делает вывод о нормальном состоянии трансформатора. В противном случае – трансформатор неисправен.

Для проверки работы программного обеспечения были произведены эксперименты с трансформатором ТС-280Р. На данном трансформаторе выполнялось и обучение сверточных нейронных сетей. Результаты работы программного обеспечения приведены на рисунке 2.

На четырех диаграммах представлены графики зависимостей отношений от времени процесса проверки. На каждой диаграмме синим цветом отмечен график при нормальном состоянии трансформатора, оранжевым – при ненормальном. Время процесса проверки измеряется в секундах. После ввода па-

раметров трансформатора, указания портов подключения энергометров к компьютеру и нажатия кнопки «ПУСК», программное обеспечение выдает информацию о состоянии трансформатора.

а)



б)

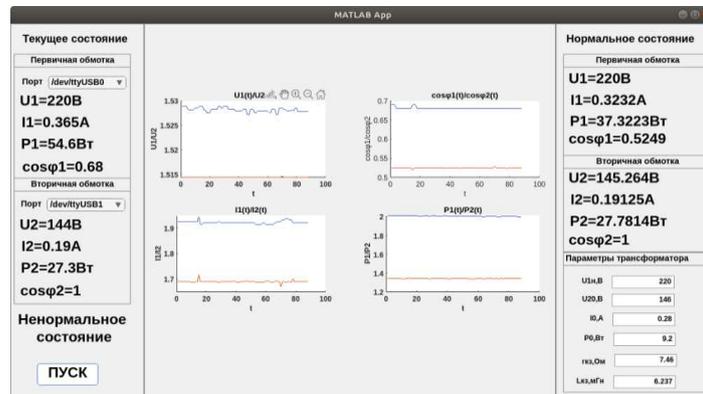


Рисунок 2 – Работа программы при нормальном (а) и ненормальном (б) состояниях

Применение разработанного программного обеспечения в диагностике систем энергоснабжения позволит контролировать состояние трансформаторов в режиме реального времени, не выводя их из работы. Это предоставляет дополнительные возможности в обеспечении низкого уровня безаварийности и соблюдения режимов бесперебойного электроснабжения, что позволит избежать значительных экономических и экологических издержек или реального ущерба для потребителей.

Список литературы

- 1 ГОСТ 11677-85. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 39 с.
2. Пехота, А. Н. Диагностика трансформаторов с помощью сверточных нейронных сетей / А. Н. Пехота, В. Н. Галушко, И. Л. Громыко // Энергоэффективность. – 2021. – № 2. – С. 30–36.

УДК 623.437

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ФАКТОРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

П. Г. ДЕМИДОВ, А. В. МАРДАНОВ, Д. В. ЯКУНИН
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Боевые действия в ходе специальной военной операции на Украине побили все рекорды применения беспилотников. Их количество у обеих сторон исчисляется уже тысячами. Дроны не только повышают боевую эффективность артиллерии и ракет, но и сами превращаются в очень важный