

окружающей среды». Стоит также отметить, что количество выбросов сточных вод в водные ресурсы сократилось на 6,7 %, включая недостаточно очищенные воды, уменьшились на 12,5 %, тогда как нормативно очищенные снизились на 3,8 %, а воды, не требующие очистки, уменьшились на 15,8 %. Кроме того, расход воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения уменьшился на 23 %.

Таким образом, анализ качества поверхностных водоисточников показывает, что многие реки на которых базируются предприятия, подвержены загрязнению различного типа, в зависимости от деятельности предприятий, его расположения и сезона года. На основании этого проводят комплексные мероприятия по очистке сточных вод для улучшения качества воды и минимизации пагубного влияния производственных отраслей использующих поверхностные водоисточники на окружающую среду. Следующим этапом исследований будет определение качества воды в зависимости от сезона, а также будут сформированы рекомендации по выбору оптимальной водоподготовительной установки.

Литература

1. Макаренко, Т. В. Загрязнение воды водоемов Гомеля и прилегающих территорий тяжелыми металлами / Т. В. Макаренко // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2011. – № 4 (57). – С. 147–153.
2. Шкробот, А. А. Сезонные изменения показателей качества поверхностных вод Гомеля / А. А. Шкробот // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XXI Междунар. научно-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 22–23 апр. 2021 г. : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого. – С. 172–175.
3. Пеньковская, А. М. Оценка влияния водопользования на поверхностные водные объекты Беларуси // Природные ресурсы. – 2018. – № 1. – С. 5–22.
4. Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» – Режим доступа: <https://rad.org.by/articles/voda/sostoyanie-poverhnostnyh-vod-v-2-kvartale-2022-g/basseyn-reki-dnprg>. – Дата доступа: 09.03.2024.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗА ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

В. О. Меньшиков, А. М. Панфилов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель С. Г. Жуковец

Обоснована актуальность применения нейросетей для оценки состояния оборудования подстанций и прогнозирования аварийных отключений в режиме реального времени на основе данных системы мониторинга.

Ключевые слова: нейросетевые технологии, оборудование, подстанции, надежность, эффективность работы.

На сегодняшний день все большую популярность набирает использование нейросетей в различных областях и сфера энергетике не стала исключением.

Применение нейросетевых технологий позволяет оперативно выявлять потенциальные проблемы на оборудовании подстанций, повышая надежность и эффективность их работы и снижая риски аварийных ситуаций. Наиболее вероятно использование таких технологий (с учетом их развития в настоящий момент на

цифровых подстанциях, поскольку все системы таких подстанций имеют очень высокий уровень автоматизации.

Наиболее вероятным может быть использование нейронных сетей для анализа и интерпретации данных с датчиков, установленных на оборудовании. На основе этих данных нейросеть может выявлять аномалии, предсказывать возможные сбои и помогать в планировании технического обслуживания.

Через несколько лет при нынешних темпах развития нейросетевых технологий возможно внедрение на подстанциях так называемой системы машинного зрения. Она будет анализировать видеоизображения с камер, установленных на высоковольтном оборудовании подстанций. Нейросеть будет обучаться распознавать дефекты и повреждения на оборудовании, а также предсказывать его вероятный срок службы и необходимость предупреждающего технического обслуживания.

Плюсы применения нейросетевых технологий:

- высокая точность диагностики. Нейросетевые алгоритмы могут обрабатывать большое количество данных и выявлять скрытые зависимости, что позволяет повысить точность диагностики состояния оборудования;
- быстрота анализа. Нейросети могут обрабатывать данные в реальном времени и быстро реагировать на любые изменения в работе оборудования;
- снижение риска аварий. Благодаря своей способности к предсказанию нейросети позволяют выявлять потенциальные проблемы до их возникновения, что помогает предотвратить аварийные ситуации;
- мониторинг и предупреждение отказов. Нейросети могут проводить непрерывный мониторинг состояния оборудования и предупреждать о возможных отказах, что помогает предотвратить непредвиденные простои и ремонтные работы;
- снижение затрат на обслуживание. Использование нейросетевых технологий позволяет оптимизировать расходы на обслуживание оборудования за счет предсказуемости его состояния и рационального планирования технического обслуживания;
- повышение эффективности процессов управления и контроля за электрическими подстанциями. Нейросетевые технологии способствуют автоматизации и оптимизации процессов управления и контроля за оборудованием, что ведет к повышению эффективности работы подстанций;
- отсутствие человеческого фактора.

Однако система имеет и отрицательные стороны, к которым можно отнести следующее:

- высокая стоимость. Разработка и внедрение нейросетевых технологий требует значительных финансовых затрат на приобретение специализированного оборудования, обучение персонала и поддержание работы системы;
- сложность поддержания и обслуживания. Нейросетевым моделям необходимо постоянное обновление и поддержание, что может быть сложным и требовать дополнительных ресурсов и специалистов для обслуживания системы;
- зависимость от качества данных. Качество результатов работы нейросетевых моделей напрямую зависит от качества входных данных, это необходимость в обеспечении высокого качества и точности собираемых данных;
- необходимость обучения нейросети. Для создания эффективной модели нейросети требуется проведение обучения на основе имеющихся данных, что может быть сложно и требовать длительного времени.
- нехватка данных. Для обучения нейросетевой модели требуется большое количество данных, что может быть проблематично, если доступ к данным о состоянии оборудования ограничен или недоступен;

Таким образом, использование нейронных сетей для подстанций является перспективным решением, поскольку подстанция обладает множеством данных, изменяющих свое значение в реальном масштабе времени. При этом однако, отсутствует возможность строгого алгоритмического прогнозирования аварий и контроля над компонентами. Именно для таких задач происходит интеграция нейронных сетей.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЧНОГО МЕТОДА УЗЛОВЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НИЗКОВОЛЬТНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

М. Г. Гончаров

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. И. Зализный

Рассмотрен алгоритм расчета низковольтной трехфазной электрической сети методом узловых потенциалов в матричной форме. Алгоритм реализован в программе Mathcad для простейшей схемы. Решение системы уравнений выполнено методом обратной матрицы. Полученный алгоритм может быть использован для разработки программного обеспечения по расчету несимметричных трехфазных электрических сетей.

Ключевые слова: трехфазный, электрическая сеть, узловый потенциал, проводимость, матрица, узел, нагрузка.

В процессе проектирования и эксплуатации систем электроснабжения зачастую возникают задачи уточненного расчета значений напряжений питания потребителей с целью проверки пропускной способности линий электропередачи. Для таких расчетов существуют известные компьютерные программы RastrWin, Mustang и т. д. Однако подавляющее большинство этих программ ориентировано на симметричные трехфазные цепи, т. е. расчеты выполняются фактически как для однофазных цепей. Вместе с тем, в ряде случаев требуется учитывать несимметрию нагрузок потребителей. Это актуально для низковольтных систем электроснабжения в общественных и административных зданиях, а также для бытовых потребителей.

Цель данного исследования – применить матричный метод узловых потенциалов для расчета напряжений потребителей в простейшей трехфазной цепи.

Известно, что ток в любой ветви схемы можно найти по закону Ома для участка цепи, содержащего электродвижущую силу (ЭДС). Для того чтобы можно было применить закон Ома, необходимо знать потенциалы узлов схемы. Метод расчета электрических цепей, в котором за неизвестные принимают потенциалы узлов схемы, называют методом узловых потенциалов (МУП) [1].

Допустим, что в схеме n узлов. Тогда один из ее узлов (базисный узел) можно мысленно заземлить, т. е. принять его потенциал равным нулю. Число неизвестных в МУП равно числу уравнений, которые необходимо составить для схемы по первому закону Кирхгофа. В том случае, когда число узлов без единицы меньше числа независимых контуров в схеме, данный метод является более экономным, чем метод контурных токов. Необходимо также отметить, что уравнения МУП более читабельны и удобны на этапе программирования.

Исследуемая схема представляет собой некоторую низковольтную трехфазную сеть от шин понижающей трансформаторной подстанции до шин потребителя с несимметричной нагрузкой. На рис. 1 представлена соответствующая схема замещения исследуемой сети.