

Суть прогнозирования потерь электрической энергии на базе нейронной сети заключается в расчете потерь посредством построения нейронной сети для определенного фидера или отдельного узла. Наибольшую сложность для прогнозирования представляют собой сети 0,4-10кВ. Во-первых, сети 0,4-10кВ характеризуются большой протяженностью и разветвленностью. Во-вторых, сети данного напряжения слабо оборудованы системами наблюдения, что приводит к нехватке информации о режимах и нагрузках. Для решения проблемы недостатка статистических данных необходимо обучать искусственную нейронную сеть, применяя данные полученные в результате математического моделирования работы электрической сети. Модель должна строиться на основе параметров сети, характеризующих ее нагрузки в течении продолжительного времени. Полнота и точность модели зависят от количества начальных данных о характере нагрузок сети, чем больше данных, тем точнее прогноз следует ожидать.

Этот метод позволяет добиться высокой точности прогнозирования потерь, а также, определять в каких элементах сети замечены наибольшие потери. Кроме того, нейронная сеть позволяет производить прогнозирование и расчет потерь в режиме реального времени, сохраняет эффективность работы при непредсказуемых изменениях параметров. Нейронная сеть масштабируема и вне зависимости от увеличения входных сигналов может быть обучена на обычном компьютере, что существенно упрощает ее использование и дальнейшее внедрение. Помимо всего прочего нейронная сеть может одновременно решать несколько задач при одинаковом наборе исходных данных.

Библиографический список

1. Каменев А.С., Королев С.Ю., Сокотущенко В.Н. Нейромоделирование как инструмент интеллектуализации энергоинформационных сетей / Под ред. В.В. Бушуева – М.: ИЦ «Энергия», 2012. – 124 с.

УДК 621.315

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Тишков Виталий Владимирович, аспирант кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Лецинская Тамара Борисовна, профессор кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Груба Алексей Алексеевич, магистрант кафедры техники высоких напряжений, Институт электроэнергетики, Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»

Аннотация: в статье рассмотрен вопрос применения нейронных сетей для повышения показателей надежности.

Ключевые слова: нейронные сети, электрические сети, нейрон, надежность.

В процессе эксплуатации электрических сетей возникает большое количество отказов и технологических нарушений. Они существенно сказываются на общие показатели надежности все электрической сети. На сегодняшний день вопросами надежности широко занимаются многие научно-исследовательские институты и сетевые организации. Зачастую они применяют современные технологии для отслеживания показателей и помощи его повышения.

Принципиальной задачей любой ЭЭС является доставка в необходимом объеме конечному пользователю электроэнергии без превышения допустимых пределов по напряжению и частоте. Эта задача должна решаться в режиме реального времени самым безопасным, надежным и при этом экономически эффективным методом.

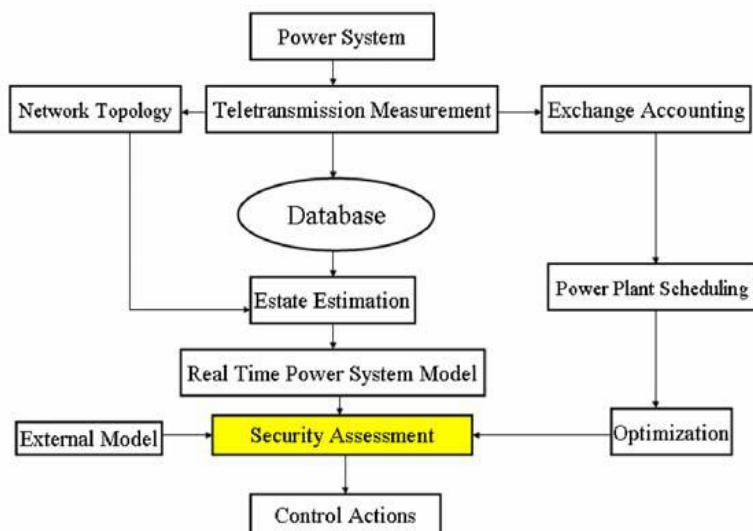


Рис. 1. Движение данных в ЭЭС

На рисунке 1 изображена диаграмма принципиального движения информации в ЭЭС, где измерения проводятся в реальном времени и хранятся в СУБД. Блок оценки состояния (EstateEstimation) исправляет некорректные данные и восполняет недостающие. Математическая модель (RealTimePowerSystemModel) выбирается на основе полученных оценочных значений. Уровень безопасности системы определяется на основе моделирования потенциального сбоя задействованного в ЭЭС оборудования. В случае оценки системы как небезопасной применяются соответствующие меры контроля [1].

Вообще существуют два типа оценки безопасности системы:

1) динамические; 2) статические. В обоих типах различные эксплуатационные состояния определяются следующим образом [2]:

- *Нормальное или безопасное состояние.* В нормальном состоянии выполняются все запросы потребителей без превышения установленных лимитов;
- *Предупреждение или критическое состояние.* Показатели системы все еще находятся в пределах установленных лимитов, но небольшая авария может привести к нестабильности системы;
- *Экстренное или небезопасное состояние.* Энергосистема переходит в аварийный режим работы вследствие превышения установленных лимитов.

В случае реальных ЭЭС возникает проблема экспоненциального роста данных, получившая название «проклятия размерности». Данную проблему возможно решить, используя ИНС. Из всех типов ИНС для задач оценки безопасности системы наиболее подходит многослойный персептрон, обучаемый по методу обратного распространения ошибки. Основным преимуществом этой ИНС является ее способность к обучению в онлайн режиме. Главные же проблемы этой ИНС заключаются в выборе входных данных и перетренировке. Для ускорения систем на основе многослойного персептрона используют ИНС Хопфилда.

На примере работ зарубежных коллег прослеживаются основные тенденции и динамика развития применения искусственных нейронных сетей в электроэнергетике.

Основными преимуществами применения ИНС в электроэнергетике являются:

- возможность в режиме реального времени проводить очень быструю классификацию и обработку информации;
- нелинейное моделирование и фильтрация поступающих данных;
- эффективная работа при стохастических изменениях рабочих параметров;
- масштабируемость.[4]

Возможности нейронных сетей реализованы во множестве различных программных продуктов: соответствующие библиотеки имеются для таких языков программирования, как Си/C++, Pascal, Java, Scala, Python, R и VisualBasic. Разработчики и пользователи решений на базе нейронных сетей проявляют особое внимание к продуктам на основе открытых технологий, поскольку возникает синергетический эффект от совместного развития открытых технологий работы с Большими Данными и инструментов категории OpenSource, применяемых в научном сообществе и вобравших в себя достижения фундаментальных наук. В таблице перечислены библиотеки для языка Python, ориентированные на работу с искусственными нейронными сетями.

На рисунке 2 представлена искусственная нейронная сеть, используемая для идентификации сигнала показателей надежности и их прогнозирования. Подобные технологии зачастую применяются в составе распределительных электрических сетей, которые имеют наиболее изношенные элементы.[3]

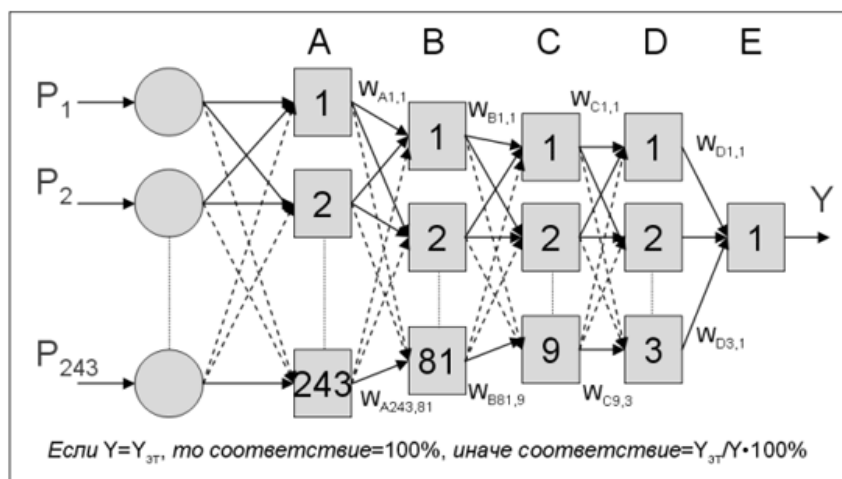


Рис. 2. Нейронная сеть для прогнозирования показателей ЭЭС

Как показали исследования возможности применения нейронных сетей в таких компаниях как «Россети», «ФСК ЕЭС», «Мособлэнерго», в ряде случаев удается получить точность прогнозирования электропотребления с помощью нейронных сетей на уровне 96–97%. Это существенно выше, чем позволяют стандартные способы. В контексте задач которые ставят электросетевые организации можно понимать, что инструменты на основе искусственных нейронных сетей вполне способны обеспечить решение задачи прогнозирования энергопотребления в промышленном масштабе и в конечном счете это позволит повысить надежность, безопасность и качество предоставления услуг по энергоснабжению потребителей. Построение точных профилей потребления и повышение точности прогнозирования дают возможность учитывать индивидуальные потребности клиентов и предлагать новые сервисы, что непосредственно влияет на прибыли компании.

Потенциал применения нейронных сетей не ограничивается только прогнозированием и профилированием — нейронные сети могут применяться для анализа технического состояния и оценки надежности энергогенерирующего оборудования, диагностики и локализации аварийных ситуаций, прогнозирования цен на электроэнергию, оптимизации распределения нагрузки и для решения других технологических и экономических задач, стоящих перед электроэнергетическими компаниями.

Библиографический список

1. Ковалев Г.Ф. Надежность систем электроэнергетики / Г.Ф. Ковалев, Л.М. Лебедева; отв. ред. Н.И. Воропай. - Новосибирск: Наука, 2015. - 224 с.
2. Кочергин, С. В. Нейронные сети и фрактальное моделирование электроэнергетических систем / С. В. Кочергин, А. В. Кобелев, Н. А. Хребтов // FractalSimulation. – 2012. – № 1 (3). – с. 6 – 15.
3. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных; Горячая Линия - Телеком - 2008. - 392 с.
4. Оссовский С.В. Нейронные сети для обработки информации (перевод с польского И.Д. Рудинского) – М, «Финансы и статистика», 2002.