УДК 620.9

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Беклемешев И.С., аспирант, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия,
e-mail: zenitgosha@mail.ru

Никишин А.Ю., кандидат технических наук, доцент кафедры ЭС и ЭЭ, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия
e-mail: nikduke@klgtu.ru

В данной статье рассматриваются основные предпосылки и актуальные вопросы применения нейронных сетей в энергосистеме Калининградской области с учетом опыта реализации проекта «Цифровой РЭС».

нейронная сеть, цифровизация, умные сети, реклоузер, Калининградская энергосистема

В целях понятийного представления и дальнейшего тиражирования понятия Smart Grid (Смарт Грид, Умные сети) в ряде регионов России в настоящее время реализуются пилотные проекты по автоматизации распределительной сети среднего класса напряжения, выполняются проекты «Цифровой РЭС» и «Цифровая подстанция».

В Калининградской области в 2014-2016 гг. в Мамоново и Багратионовске выполнялся проект по автоматизации распределительной сети реклоузерами. За два года было установлено 43 коммутационных аппарата, призванных повысить надежность электроснабжения [1]. Автоматизация снизила среднее время восстановления электроснабжения за счет сокращения времени локализации аварийного участка. В настоящее время опыт распространяется на территории всего региона – в 16 районах электрических сетей (РЭС) устанавливается 246 реклоузеров, а на подстанциях производится ретрофит 196 ячеек. Все это, наряду с введенными в эксплуатацию и запроектированными на будущее ветровыми электростанциями, создает исходную базу и формирует потребность для управления этим комплексом с использованием современных цифровых подходов.

Все установленное оборудование – это мощный фундамент для технологии Смарт Грид в распределительной сети, делающий ее наблюдаемой и гибкой. По сути, на существующую систему передачи электрической энергии накладывается новая система – информационная. В электроэнергетике это явление достаточно молодое, по сравнению с проектами цифровых заводов из других отраслей. Поэтому здесь возникает ряд вопросов касаемо того, как применить полученные возможности.

Среди них уже можно назвать следующие: вопрос оптимального количества и места размещения реклоузеров в автоматизируемой сети; прогнозирование параметров

электропотребления; предупреждение и ликвидация аварийных инцидентов; поиск предполагаемых «узких мест» в сети с точки зрения как пропускной способности, так и надежности электроснабжения; рациональное построение сети – все эти вопросы требуют качественного анализа и моделирования с использованием нерегрессионных методов [2].

Исследования показывают, что одним из популярных и перспективных направлений обработки огромного массива данных, получаемых с управляемых элементов сети, с целью получения практической пользы является применение нейронных сетей [3].

Наиболее вероятным с практической точки зрения применение массива данных, полученного при помощи телеметрии, может быть прогнозирование потребления электроэнергии. Классические методы прогнозирования обладают низкой точностью, искусственные нейронные сети, помимо точности, позволяют учитывать дополнительные факторы [4].

В качестве исходных данных для анализа полагается использование статистических данных по энергопотреблению в РЭС, а также показатели температуры в рассматриваемый период. После прохождения этапа обучения нейронной сети на выходе получаются прогнозные данные на предстоящий период.

На практике принято считать, что при отсутствии в энергосистеме крупного потребителя электроэнергии, который будет держать эту систему в устойчивом состоянии, определяющим фактором в изменении потребления электрической энергии является именно температура.

Однако в Калининградской области нет подобных потребителей и производить анализ, используя только исходные данные температура/мощность не совсем корректно. Необходимо дополнительное исследование факторов, влияющих на частоту в Калининградской энергосистеме, в частности определение регулирующего эффекта нагрузки потребителей области [5].

В России в настоящее время нейронные сети не нашли применение в прогнозировании энергопотребления, однако стоит обратить внимание на зарубежный опыт. Например, при помощи нейросетей в Италии осуществляют кратковременное прогнозирование с погрешностью всего 1,5 %, прогнозы на сезонное потребление осуществляются в Турции. Успешно применение нейронных сетей и во Франции [6].

Распределенная энергетика

Проект Смарт Грид при своей реализации поднял ряд вопросов. Выбор оптимального места установки реклоузера – один из них. Решение создания кольцевых схем электроснабжения и исключение из проекта тупиковых схем в целях повышения надежности упростило задачу, однако определение конкретной точки (опоры), где будет смонтирован коммутационный аппарат, прошло множество итераций, прежде чем был утверждён итоговый вариант расстановки.

Строительство линейных участков сети 15 кВ для оптимизации режимов сети также вызвало множество согласований. Применение нейронных сетей позволило бы объективно оценить предполагаемые места установки реклоузера и существующую топологию сети с возможными вариантами перестроения/реконструкции.

С учетом растущего интереса к альтернативной энергетике и ввода в эксплуатацию ВЭС [7] в п. Ушаково, энергетикам также предстоит столкнуться со следующей проблемой. Существующие распределительные сети спроектированы таким образом, чтобы регулировать значения напряжения на фидере в соответствии с нормативными требованиями рынка электроэнергии, однако распределенная генерация намного усложняет задачу оптимизации режимов сети.

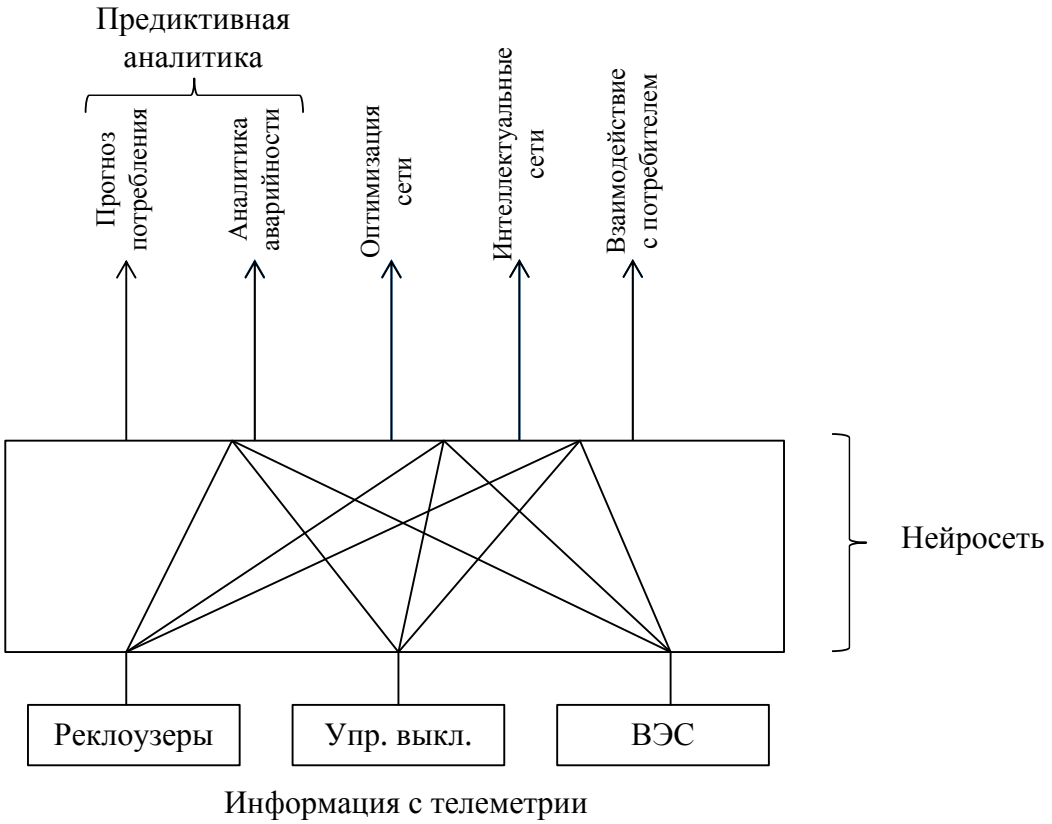

Рисунок – Структурная схема применения нейронных сетей в энергосистеме Калининградской области

Учитывая нелинейность и многофакторность задач, можно отметить, что применение нейронных сетей в электросетевом комплексе Калининградской области является перспективным направлением, и физическая подоснова для этого уже заложена. Нейронная сеть станет своеобразным «черным ящиком» (рисунок), алгоритмы внутри которого помогут сделать сеть «умной».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беклемешев, И.С. Проблемы восприятия концепции «Умных сетей» в отечественном сетевом комплексе / И.С. Беклемешев, А.Ю. Никишин // Инновации в науке, образовании, предпринимательстве - 2018: XVI Междунар. науч. конф. в рамках Балтийского морского форума. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – С. 830-838.

2. Староверов, Б.А. Комплексное применение нейронных сетей для автоматизации прогнозирования электропотребления на региональном уровне / Б.А. Староверов, М.А. Мормылев // Вестник ИГЭУ. – 2009. – Вып. 4. – С. 78-81.

3. Долгова, И.В. Нейронные сети в прогнозировании социально-экономических показателей в сфере электроэнергетики / И.В. Долгова, Г.А. Дегтяренко // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2013. – С. 8-11.

4. Чернышова, Т.И. Прогнозирование бытовой электрической нагрузки с применением нейронных сетей / Т.И. Чернышова, А.В. Кобелев // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2017. – № 1 (21). – С. 181-190.

5. Вытнова, Н.И. Оценка степени влияния статических характеристик нагрузки по напряжению на расчетные параметры установившихся режимов калининградской энергосистемы в автономном режиме ее работы / Н.И. Вытнова, А.Ю. Никишин // Вестник молодежной науки. – 2018. – №. 2 (14). – С. 13.

6. Клевакина, К.Д. Перспективы применения ИНС в электроэнергетике / К.Д. Клевакина, О.Г. Нестеренко, А.В. Тарнецкая // II Всерос. молодежная науч.-практ. конф. (с междунар. участием): сб. материалов. – 2016. – С. 112.

7. Официальный сайт предприятия АО «Янтарьэнерго» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.yantarenergo.ru/ (дата обращения: 20.12.2018).

THE CONCEPT OF USING NEURAL NETWORKS IN THE ELECTRIC GRID COMPLEX, PROSPECTS OF APPLICATION IN THE KALININGRAD REGION

I. Beklemeshev, graduate student
A. Nikishin, assosiate professor, cand. of eng. sciences
Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia
e-mail: zenitgosha@mail.ru, nikduke@klgtu.ru

This article discusses the main prerequisites and current issues of the use of neural networks in the power system of the Kaliningrad region, taking into account the experience of the implementation of the project "Smart Grid".