

УДК 621.548

С. Ю. Чекмарев (асп. каф. МЭО), В.Р. Окорочков, д.э.н., проф.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ К ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Чтобы оценить возможности использования энергии ветра, необходимо определить его климатические характеристики, а именно: величину и структуру скорости ветра, а также его направление.

При этом необходимо учитывать следующие особенности энергии ветра:

1. Рассматриваемый источник энергии определяется с одной стороны циклическим ходом систематически изменений интенсивности ветра, а с другой – стохастическим ходом вариаций турбулентной динамики атмосферы различных масштабов времени и пространства.

2. Энергию ветра можно реализовать только на основе учета природной, неуправляемой во времени интенсивности динамики атмосферы.

3. Прогноз режима вариаций скорости ветра всегда базируется на фактических наблюдениях за прошедшее время и, следовательно, является вероятностным.

Наиболее исчерпывающей характеристикой интенсивности скоростей ветра является распределение этих вариаций, что соответствует, при выбранном усреднении, режиму повторяемости рабочих скоростей. Оно и должно служить основой для оценки потенциальной энергии ветра в исследуемой местности. Она может быть выполнена на основе эмпирических данных о повторяемости рабочих скоростей ветра. Для этого используются модели, которые можно разделить на вероятностные и использующие метод хронологического моделирования. Вероятностные при меньших необходимых объемах первичных данных дают больше возможностей для анализа работы ВЭС. Наилучшим образом для этого подходит двухпараметрическая функция Вейбулла. Связано это с тем, что в данном распределении переменные параметры, подбор которых осуществляется на основе имеющихся в "Справочнике по климату СССР" данных о повторяемости скорости ветра по градациям для конкретных пунктов. При использовании данной зависимости можно детально оценить ветровой режим (непрерывную продолжительность скорости ветра, структуру энергетических затиший) для оптимизации работы ВЭС.

В ветроэнергетических расчетах данные о скоростях ветра должны содержать вероятностные оценки, с помощью которых можно давать объективный прогноз. Существенное значение может иметь использование сведений об интенсивности ветра при заданном режиме повторяемостей рабочих скоростей для технических расчетов выработки установки при заданной обеспеченности за тот или иной отрезок времени. Под обеспеченностью понимается вероятность удовлетворения потребителей энергии. С ней связано важное для работы ветроэлектрической станции в энергосистеме понятие гарантированной мощности ВЭС как

наименьшей располагаемой мощности в период годового максимума нагрузки, которая соответствует определенному уровню обеспеченности. Расчетное значение гарантированной мощности зависит, прежде всего, от обеспеченности этой мощности по продолжительности и от допустимого снижения ее за пределами расчетной обеспеченности.

Для точной технико-экономической оценки использования энергии ветра необходимо получить вероятностные характеристики структурных элементов ветроэнергетического кадастра, такие как относительную длительность затиший ветра и вероятность затишья той или иной длительности, а также аналогичных характеристик периодов действия рабочих скоростей ветра. Нахождение закономерностей распределения безветрий по их длительности позволит судить о возможных простоях ВЭС и рассчитать емкость аккумулирующих устройств либо выработку энергии неветровыми электростанциями, работающими параллельно. Неравномерность работы этих станций (в частности, вероятное число запусков и остановов) возможно определить, получив закономерность распределения периодов с рабочими скоростями ветра.

Результаты этих расчетов будут служить основой для технико-экономического обоснования величины гарантированной мощности ВЭС, участвующей в покрытии графика нагрузки.