

тонкопленочные (изготавливаемые путем нанесения тонкого слоя аморфного кремния на подложку из другого материала); на основе различных кристаллических пленок (CdTe, CuInSe<sub>2</sub>, InP, GaAs).

В качестве главного достоинства солнечных установок следует отметить, что в процессе эксплуатации они не загрязняют атмосферу и гидросферу, не являются источниками шума и электромагнитных излучений. При этом в процессе получения электрической энергии отсутствуют механические перемещения деталей конструкции установки. Фотоэлектрические системы требуют минимального обслуживания, не нуждаются в воде и хорошо приспособлены для работы в отдаленных и труднодоступных районах. Теоретический КПД преобразователей может достигать 28 %. Эффективность фотоэлектрического модуля зависит от 3 факторов: ориентации на стороны света, угла наклона и затененности. Максимальная мощность достигается при условии ясного неба, температуры воздуха 25 °С и прямой ориентации панелей на солнце. Даже при небольшой облачности мощность установки значительно, до 70 %, снижается, а в случае сильной облачности мощность может падать на 90 %.

Главным недостатком солнечной энергетики являются большие площади, необходимые для размещения солнечных батарей (порядка 10 м<sup>2</sup>/кВт). Необходимость больших площадей приводит к уменьшению образования органической массы в процессе фотосинтеза в зеленых растениях. Уменьшение площади растительности приводит к изменению баланса кислорода и углекислого газа.

Солнечные батареи, поглощая солнечную энергию, изменяют тепловой баланс почвы. Это может привести к уменьшению температуры в верхних слоях почвы. Почва служит средой обитания множества живых организмов, изменение температуры может привести к изменению состава существующих экологических систем.

Современные фотоэлементы имеют срок службы 30–50 лет. Солнечные батареи содержат такие ядовитые вещества, как кадмий, галлий, мышьяк, и производство их потребляет еще больше вредных веществ. Основной проблемой массового производства солнечных модулей является отсутствие приемлемого с экологической точки зрения способа их утилизации.

УДК 620.91

## **ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА**

***Иванова А. В., студ., Дрюков В. В., к.т.н., доц., Котов А. А., асс.***

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ветровая энергетика является одним из наиболее безопасных для окружающей среды способов производства электроэнергии. Ветровой потенциал огромен – мощность ветрового потока в атмосфере составляет около 2000 ТВт. Использование даже небольшой части этой мощности привело бы к решению всех энергетических проблем человечества.

Современная ветроэнергетика базируется в основном на применении двух основных конструкций ветровых энергетических установок – горизонтально-осевых, у которых ось вращения ветроколеса расположена параллельно или почти параллельно вектору скорости ветра, и вертикально-осевых, использующих подъемную силу крыла, у которых ось вращения расположена перпендикулярно как вектору скорости ветра, так и поверхности земли. Ветроэнергетические установки с вертикальной осью вращения вследствие своей геометрии находятся в рабочем положении при любом направлении ветра. Управление таким ветродвигателем не требует ориентации на направление ветра. Недостатками установок являются более низкий КПД и необходимость первоначальной раскрутки ротора от внешнего источника – как правило, генератора, работающего в режиме двигателя.

Достоинства ветроэнергетики заключаются в том, что производство электроэнергии не сопровождается выбросами в атмосферу вредных веществ и выделения парниковых газов, отсутствует загрязнение гидросферы, ветроэнергетика практически не мешает ведению сельского хозяйства и промышленной деятельности вблизи ветростанций, ветровой

энергетике не требуется невозобновляемое органическое топливо.

Главные недостатки ветровой энергетики – низкая энергетическая плотность, сильная изменчивость в зависимости от погодных условий, ярко выраженная географическая неравномерность распределения ветровой энергии.

Основными направлениями отрицательного экологического воздействия для ветровой энергетики являются огромные площади, занимаемые ветропарками, создаваемый ими шум, электромагнитные помехи, а также, хотя и в меньшей степени, влияние на флору и фауну и на климат.

Ветровые энергоустановки могут оказывать негативное воздействие на птиц, нарушая места гнездования и кормежки, а также принося гибель или увечья, вызываемые вращающимися лопастями установки. Для строительства станции необходимо изъятие земель из окружающей среды. В среднем удельная площадь, занимаемая ветроэнергетической станцией, составляет порядка 200 м<sup>2</sup>/кВт. Эти площади заняты естественными экологическими системами, строительство станции может привести к изменению их состава. Растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород, способствуя уменьшению парникового эффекта. При отчуждении территории для строительства ветроэлектростанций этот процесс нарушается.

Ветрогенераторы изымают часть кинетической энергии движущихся воздушных масс, что приводит к снижению их скорости. При массовом использовании ветряков это замедление может оказывать заметное влияние на локальные климатические условия местности.

Лопастей ветровых установок выполняются из полимерных материалов, поэтому должны быть предусмотрены мероприятия по их эффективной и безопасной утилизации.

УДК 004.85 : 621.31

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ-ЭНЕРГЕТИКОВ**

*Плещенко Р. А., студ., Жерносек С. В., к.т.н., доц.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Процесс эксплуатации энергетических объектов характеризуется перечнем сложных организационных задач, решение которых предполагает развитие средств и методов ситуационного анализа:

- контроль и диагностика работы энергооборудования;
- планирование и прогнозирование энергопотребления;
- прогнозирование метеорологических условий;
- управление энергосистемами.

Применение методов машинного обучения реализует возможности искусственного интеллекта, средств математической статистики, численных методов, математического анализа, методов оптимизации, теории вероятностей, теории графов, различные техники работы с данными в цифровой форме и направлено на разработку достоверных математических моделей, описывающих поведение энергетической системы в различных условиях эксплуатации.

Известны результаты внедрения методов машинного обучения при принятии ситуационных управленческих решений, что представляет большую практическую значимость [1, 2].

Многие исследователи определяют в качестве основной цели применение современных методов обучения, повышение показателей эффективности энергосистемы и уменьшение затрат топливно-энергетических ресурсов [3, 4].

В качестве перспективных выделяются решения, позволяющие оптимизировать расход электроэнергии, вырабатываемой на ТЭЦ/ТЭС, что позволяет избежать дефицита/профицита электроэнергии. Существующие модели позволяют учитывать множество случайных факторов (изменение погоды, аварии, ремонтные мероприятия, иные аномалии) и вносить корректировку.