



му образу жизни. Основные направления работы школы по формированию здорового образа жизни» [4].

В рамках освоения содержания данной темы мы предлагаем студентам разработать проект воспитательного мероприятия. К проекту предъявляются определенные требования: обоснование актуальности выбранной тематики; описание особенностей выбранной категории обучающихся, содержания воспитательной работы с ними; определение ценностных оснований проекта, подходов и принципов; представление теоретических основ; формулирование цели и основных задач; предъявление плана мероприятия и технологических оснований (в форме технологической карты, методики, сценария мероприятия); обоснование выбранных методов, методик, приемов; описание необходимых ресурсов; определение критериев самооценки успешности мероприятия. Студентам разъясняется, что разработанные проекты они могут реализовать далее в рамках прохождения практики.

Данные требования позволяют избегать плагиата готовых работ из Интернета и способствуют более глубокому освоению данной темы студентами. Разработанные проекты анализируются как преподавателем, так и студентами в группе, а также самим студентом (самоанализ). Анализ работ и их обсуждение показывает расширение представлений студентов о своей роли и способах формирования экологической культуры учащихся.

Таким образом, несмотря на то, что большинство студентов младших курсов – будущих учителей физической культуры – имеют достаточно упрощенное представление об экологии, не осознают своей роли в экологическом воспитании школьников, использование возможностей учебного курса «Педагогика» позволяет изменить ситуацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи в Республике Беларусь / Приложение к постановлению Министерства образования Республики Беларусь; прин. 14.12.2006 № 125 // PRAVO.BY [Электронный ресурс] / Нац. правовой портал Респ. Беларусь. – Минск, 2006.
2. Бовина, И.Б. Представления студентов о науке и об ученом / И.Б. Бовина, Л.Ю. Драгульская // Вопросы психологии. – 2006. – № 6. – С.73-85.
3. Бовина, И.Б. Обыденные представления о психически больных в студенческой среде / И.Б. Бовина, М.С. Панов // Социологический журнал. – 2005. – № 3. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://sj.obliq.ru/article/656>. – Дата доступа: 01.09.2007 г.
4. Педагогика: Типовая учебная программа для высш. учеб. заведений по специальностям профиля А Педагогика / 24.09.2008; Регистрационный номер № ТД-А. 015 /тип. – Минск, 2008. – 21 с.

УДК 621.548

Э.А. Михалычева, А.Г. Трифонов

Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси, г. Минск

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ветер является одним из наиболее привлекательных источников «экологически чистой» энергии. Внедрение ветроэнергетических установок (ВЭУ) позволяет снизить загрязнение атмосферы вредными выбросами. Ветрогенераторы в процессе эксплуатации не потребляют ископаемого топлива, работа ветроэнергетической установки (ВЭУ) мощностью 1 МВт за 20 лет позволяет сэкономить примерно 29 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей нефти. Ветрогенератор мощностью 1 МВт сокращает ежегодные выбросы в атмосферу 1800 тонн CO₂, 9 тонн SO₂, 4 тонн оксидов азота. В среднем каждый киловатт-час, произведенный на ВЭУ, предотвращает попадание в атмосферу 0,935 кг оксидов углерода, азота и серы.



Воздействие ветроэнергетических установок (ВЭУ) на окружающую среду и разработка природоохранных и компенсационных мероприятий изучены в нашей стране в гораздо меньшей степени, чем научные и технические основы создания ВЭУ. О ВЭУ создается идеализированное представление как о экологически «чистых» источниках энергии, хотя более корректно было бы говорить об ослаблении их воздействия на природу по сравнению с традиционной электроэнергетикой.

В нашей стране требования по выбору мест размещения ВЭУ изложены в нормативных документах, в соответствии с которыми разрабатываются предпроектные и проектные материалы по внедрению ВЭУ и ВЭС [1–4]. При разработке проектов строительства, реконструкции, консервации, демонтажа и сноса ВЭУ должны учитываться нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, предусматриваться мероприятия по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды и обращению с отходами, обеспечивающие охрану и восстановление окружающей среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, посредством применения ресурсосберегающих, малоотходных и иных технологий.

В соответствии с требованиями [2–4] заказчик строительства ВЭУ обязан проводить общественные слушания с целью учета интереса граждан, обеспечения доступа к информации и реализации их прав на благоприятную окружающую среду.

Факторы непосредственного воздействия работающих ВЭУ и ветроэлектростанций (ВЭС) на окружающую среду и человека, требующие особого внимания и оценки, можно разделить на три группы:

– *активные факторы*: физическое воздействие на орнитофауну, акустический шум; вибрация; электромагнитное излучение, аварийные ситуации;

– *пассивные факторы*: помехи прохождения радиоволн; отторжение (блокировка) земельных территорий; психосоциальные («загрязнение» ландшафта, комфортность и др.)

– *косвенные факторы*: загрязнение окружающей среды в процессе производства ВЭУ.

Акустическое (шумовое) воздействие. Наиболее важный фактор влияния ВЭС на окружающую среду – это акустическое воздействие. Сила звука (шум) в непосредственной близости от ВЭС небольшой мощности составляет 50-100 дБ (пороговая выносимость человеческого уха, принятая на основе болевых ощущений, равна 130 дБ). Аэродинамические воздействия могут быть низкочастотными (менее 16-20 Гц) и высокочастотными (от 20 Гц до нескольких кГц). Особую экологическую проблему представляют собой шумовые воздействия установок значительной мощности (более 250 кВт), так как скорость на конце лопаток ветроколес большого диаметра таких установок соизмерима со сверхзвуковой скоростью.

В настоящее время в мировой практике действуют три документа, определяющие методики измерения шумовых характеристик ВЭУ для их сертификации. Эти документы изданы International Energy Agency (IEA), American Wind Energy Association (AWEA) и Commission of the European Communities (CEC). Однако полученный в последнее время опыт измерений акустических характеристик ВЭУ даёт возможность создания единой сертификационной процедуры.

В странах с наиболее развитым парком ВЭС и достаточно большой плотностью населения приняты законодательные акты по ограничению шумового воздействия ветроагрегатов, а при больших скоростях ветра ночью ветроагрегаты должны останавливаться.

Для ВЭУ следует предусматривать санитарно-защитные зоны согласно требованиям, изложенным в [2–4]:

– расстояние от ВЭУ до жилых зданий, участков детских дошкольных учреждений, общеобразовательных школ, учреждений отдыха и здравоохранения со стационарами,



следует принимать не менее 300 метров, дорог – 20–75 м; линий электропередач – 39–52 м; аэропортов – 4–6 км;

– размер СЗЗ устанавливается расчетным путем с учетом фоновое загрязнение среды обитания, неблагоприятных физических факторов (шум, вибрация и др.) и вклада действующих, строящихся, проектируемых предприятий;

– уровень звука, создаваемый одиночной ВЭУ на расстоянии 50 м от ветроагрегата на высоте 1,5 м от уровня земли, не должен превышать 60 дБА;

– допустимая акустическая нагрузка от ВЭУ в жилой зоне не должна превышать 40 дБ днем, 30 дБ ночью.

Отчуждение земель. Исследования показывают, что при обеспечении надежности работы ветроагрегата не менее 0,95 безвозвратных потерь земли оцениваются в пределах 20 % общей площади, занимаемой сооружениями ВЭС. Под мощные промышленные ВЭС необходима площадь из расчета от 5 до 15 МВт/км² в зависимости от розы ветров и местного рельефа района. Для ВЭС мощностью 1000 МВт потребуется площадь от 70 до 200 км², однако частично эти земли могут использоваться и под хозяйственные нужды (рисунок 1). Для уменьшения количества отчуждаемой земли при строительстве ветростанции необходимо оптимизировать расположение самой ВЭС и ее инфраструктуры на отведенных площадях.



Рисунок 1 – Использование площади ВЭС под хозяйственные нужды.

Возможность климатических изменений, экранирующее воздействие. Ветроэнергетические установки могут оказать экранирующее воздействие в районе размещения ветрового парка. Хотя при работе ветроустановок используется небольшой приземный слой воздушных масс (порядка 100-150 м), экранирующее воздействие может оказаться эквивалентным действию возвышенности такой же площади и высотой порядка 100-150 м, что может привести к уменьшению «проветриваемости» района, увеличить испарение с поверхности ближайших водоемов, способствовать заболачиванию почв. Однако в случае сильных и продолжительных ветров это воздействие может стать положительным – уменьшится ветровая эрозия почв.

Помехи для теле- и радиосвязи. Помехи, вызванные отражением электромагнитных волн лопастями ветровых турбин, могут сказываться на качестве телевизионных и микроволновых радиопередач, а также различных навигационных систем (вблизи аэродромов и пр.) в районе размещения ветрового парка ВЭС на расстоянии нескольких километров. Считается, что уже ветродвигатель мощностью 0,1 МВт вызывает искажение сигнала телевидения и



радиовещания на расстоянии до 0,5 км. Если же лопасти металлические, то зона действия помех может распространяться на расстояние 1,5-5 км. Проблем, касающихся связи и навигации, обычно можно избежать путем изменения положения ВЭУ или установкой ретрансляторов.

Влияние на орнито- и ихтиофауну. Места для установки ВЭУ должны быть выбраны в стороне от традиционных путей перемещения перелетных птиц, рукокрылых, а также от мест обитания диких животных, относящихся к видам, включенным в Красную Книгу Республики Беларусь. На эксплуатируемые ВЭУ должны быть установлены акустические маяки, отпугивающие птиц [2–4].

Исследования, проведенные экологическими организациями стран Северной Европы (Швеция, Нидерланды, Германия, Дания), показывают, что число птиц, убитых лопастями ветроустановок, незначительно по сравнению с числом, которые умирают в результате других человеческих действий: дорожное движение, охота, воздействие линий электропередач, и т.д. Некоторые исследователи считают, что в расчете на 1 км длины группа ВЭУ (25 ВЭУ мощностью по 300 кВт) влияет на птиц так же, как и автострада. Результаты исследований показывают, что группа ВЭУ мощностью 7,5 МВт, расположенная в прибрежной зоне, не более опасна для птиц, чем ЛЭП. Аналогичными исследованиями в Нидерландах установлено, что количество происшествий с птицами на 1 км группы ВЭУ такое же, как и для автомагистралей и несравнимо меньше, чем для ЛЭП. В Тэндпибе (Дания) между башнями группы из 100 ВЭУ кормятся большие стаи полевых птиц, диких гусей, и на башнях ВЭУ гнездятся дикие птицы. На птиц ВЭУ влияют непосредственно при столкновениях во время локальных миграций, так как сезонные миграции проходят на большой высоте. Равновесие между орнитофауной и ВЭУ можно сохранить за счет их размещения в группах на определенном расстоянии между ВЭУ (минимальное – 150 м) и выполнении буферных зон (от 250 до 800 м в зависимости от размеров ВЭУ и вида птиц). Влияние ВЭС на ихтиофауну может быть вызвано размещением ветроустановок на островных и береговых территориях. Исследования показывают, что шум и колебания, вызванные работой ветроустановок, не оказывают значительного влияния на миграцию и размножение ихтиофауны, однако в более глубоких водах распространяющийся инфразвук может воздействовать на коммуникацию китообразных.

Последствия аварий. Из-за продолжительной работы некоторых установок и колебаний скорости ветра по времени возможны усталостные разрушения элементов конструкции ВЭУ и аварии различного рода, опасен также отрыв от вращающихся частей кусков наледи в холодное время года. Опасная зона при авариях примерно равна сумме радиуса ветроколеса и высоты башни, дальность полета отделившейся лопасти агрегата мощностью 200 кВт может достигать 230 м.

Ландшафтная несовместимость, визуальное невосприятие. Использование большого количества ветроагрегатов искажает привычный пейзаж, визуально «загрязняет» ландшафт (рисунок 2). Для смягчения отрицательного визуального воздействия большого количества ветроустановок, их стараются расположить, по возможности, рассредоточенно, вписать в ландшафт по цветовому решению, снизить визуальную нагрузку всевозможными способами.

Мероприятия по минимизации негативного влияния ВЭУ и ВЭС на окружающую среду. Факторы воздействия ВЭС на окружающую среду и основные мероприятия по снижению отрицательного влияния ВЭС приведены в таблице 1.



Таблица 1 – Методы устранения негативного экологического влияния ВЭС

Факторы воздействия	Методы устранения
1. Изъятие земельных ресурсов.	Размещение ВЭУ на неиспользуемых землях, оптимизация размещения ВЭС.
2. Акустическое воздействие.	Изменение числа оборотов ветроколеса (ВК), форм и материалов лопасти ВК. Удаление ВЭУ от объектов социальной инфраструктуры.
3. Влияние на ландшафт и восприятие.	Учет особенностей ландшафта при размещении ВЭУ. Изыскание различных опорных конструкций, окраски и т. д.
4. Влияние на электромагнитное излучение, телевидение и радиосвязь.	Сооружение ретрансляторов. Замена материалов лопастей ВК. Внедрение специальной аппаратуры в конструкцию ВЭУ.
5. Влияние на орнитофауну на трассах перелета и ихтиофауну в акваториях.	Анализ поражаемости птиц на трассах перелета и рыб на путях миграций. Выполнение буферных зон.
6. Аварийные ситуации, опасность поломки и отлета поврежденных частей ВК.	Расчет вероятности поломок ВК, траектории и дальности отлета. Оценка надежности работы ВЭУ. Зонирование производства вокруг ВЭУ.



Рисунок 2 – Ветростанция в прибрежной зоне

Экологическая оценка проектов ВЭУ должна определяться совокупностью всех факторов воздействия на окружающую среду, а затраты на обеспечение требуемого уровня экологической «чистоты» ВЭУ – учитываться при экономических расчетах эффективности создания и использования ВЭУ. При размещении ВЭУ должно быть обеспечено выполнение требований в области охраны окружающей среды с учетом ближайших и отдаленных экологических, экономических, демографических и иных последствий эксплуатации ВЭУ и соблюдение приоритета сохранения благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по климату Республики Беларусь. Ветер и атмосферное давление – Мн.: Республиканский гидрометеорологический центр, 2000. – 425 с.
2. Об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХП от 17 июля 2002 г. № 126-3.
3. Правила размещения и проектирования ветроэнергетических установок: ТКП 17.02-02-2010 (02120). – Введ. 01.05.2010. – Минск: Минприроды РБ, 2010. – 19 с.
4. Порядок оценки ветроэнергетического потенциала при размещении ветроэнергетических установок на территории Республики Беларусь: ТКП 17.10-39-2012 (02120). – Введ. 30.03.2012. – Минск: Минприроды РБ, 2012. – 15 с.