

*International Workshop “Raptors and Energy Infrastructure”***МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР****«ХИЩНЫЕ ПТИЦЫ И ЭНЕРГЕТИКА»***How to Reduce the Mortality of Birds from Electric Facilities?***КАК СНИЗИТЬ СМЕРТНОСТЬ ПТИЦ ОТ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ?***Shkradyuk I.E. (Biodiversity Conservation Center, Moscow, Russia)**Шкрадюк И.Э. (Центр охраны дикой природы, Москва, Россия)***Контакт:***Игорь Э. Шкрадюк  
igorshkradyuk@mail.ru***Contact:***Igor E. Shkradyuk  
igorshkradyuk@mail.ru*

Энергетика – область деятельности человека, отличающаяся сильным негативным воздействием на природу. Есть общие причины ущерба животному миру от деятельности человека: разрушение среды обитания, загрязнение воды, воздуха, почвы, изменение климата. И есть специфические причины смертности крупных летающих животных (птиц и летучих мышей). К ним относятся:

- столкновения с неподвижными высотными объектами (здания, трубы, градирни, башни и т.п.);
- столкновения с движущимися объектами, в частности с лопастями турбин ветроэлектростанций (ВЭС);
- поражение электрическим током на линиях электропередачи (ЛЭП).

Есть также воздействие от очень редких объектов, такие как ожоги птиц в зоне концентрации солнечных лучей зеркалами солнечной тепловой электростанции.

Выбор мест для строительства как неподвижных высотных объектов, так и ветропарков, сейчас ведётся без учета частоты пролетов птиц в разное время года. Существуют специальные радиолокаторы для слежения за птицами. С их помощью можно составлять карты частоты пролётов птиц с учётом массы птиц (а порой и вида), высоты и направления полета.

Есть факторы воздействия, которые устранить технически просто, хотя экономически затратно. Например, птицевозитные изолирующие накладки на провода ЛЭП. Идеальным решением является применение проводов в полиэтиленовой изоляции.

Способы снижения смертности птиц от столкновения с работающими ветротурбинами изучены ещё недостаточно.

В США установлено более 52 тысяч турбин ВЭС, в мире в 10 раз больше. Статистику собирать трудно из-за большого числа ветротурбин, многие из которых

Energy is a field of human activity characterized by a strong negative impact on nature. Among many hazards to the nature caused by human such as destruction of habitat, pollution of water, air and soil, climate change, there are very specific hazards for flying animals, birds and bats caused by power generation that includes:

- collisions with fixed high-rise objects (buildings, chimney-stalks, cooling towers, etc.);
- collisions with moving objects (in our case, blades of wind turbines);
- electrocution on power lines.

A rare hazardous impact on birds could be done by solar plants via sunburns in the focusing area of their mirrors.

Nowadays, engineering of wind-power plants and high-raised objects is done without taking into account a frequency of passing birds at different times of the year. There are special radars for tracking birds. With their help, one can compile a frequency map of passing bird, taking into account a weight of birds (and sometimes the species), flight altitude and direction.

There are hazards that are technically simple to eliminate but expensive. For example, a bird-protective insulating lining for the power lines. An ideal solution would be a use of wires in polyethylene insulation.

The methods of reducing the mortality of birds from collision with operating wind turbines have not been studied sufficiently.

There are more than 52 thousand wind turbines installed in the USA, and ten times more worldwide. Bird death statistics are difficult to collect because of a huge number of wind turbines and many turbines located in low populated hard-to-reach areas. Not every wind turbine was determined to be a cause of a bird's death. But the maximum mortality caused by one windmill was 40

находятся в малолюдной труднодоступной местности. Не под всеми ветротурбинами в течение года находили хотя бы одну мёртвую птицу. Максимальная смертность от одной ветротурбины – 40 птиц в год. Распределение числа погибших птиц под одной ветротурбиной сильно неравномерно. Это говорит о том, что мы не учитываем все факторы, влияющие на смертность птиц.

Наибольшее количество исследований гибели птиц от ветряков сделано в США. Согласно одной из публикаций, частота обнаружения погибших птиц под движущимися ветряками в 4–5 раз меньше, чем с неподвижным. Это указывает на то, что вращающиеся лопасти, похоже, отпугивают птиц. Данный вывод требует проверки.

Эксперименты с окраской лопастей ветротурбин показали, что яркие цвета (прежде всего красный) снижают вероятность столкновения. Иногда в красный цвет окрашивают концы лопастей для предупреждения летчиков низколетящих самолетов. Установлено, что белый и светло-серый цвет лопастей действует как приманка для насекомых, привлекающих насекомоядных птиц, а за ними и хищников. Наиболее привлекателен для насекомых жёлтый цвет, наименее привлекателен пурпурный. Однако для уменьшения недовольства жителей нарушением пейзажа опоры и лопасти ветряков окрашивают в малозаметные белый или светло-бежевый цвета.

Гибель птиц от столкновения с вращающейся лопастью может произойти по двум причинам:

- механическое повреждение лопастью;
- баротравма от скачка давления за лопастью.

За вращающейся лопастью ветрогенератора создаётся область пониженного давления воздуха. Американские исследователи установили, что и летучие мыши травмируются преимущественно в результате баротравмы (скачка разрежения воздуха). О характере травм птиц (от механического столкновения с лопастями или от баротравмы) указаний в литературе найти не удалось.

Интенсивность скачка давления зависит не только от скорости вращения лопасти, но и от ее формы. Так первые ветротурбины в 1970-х годах издавали шум, вызывавший жалобы и судебные иски жителей. Многолетние исследования и испытания лопастей в аэродинамических трубах позволили многократно снизить шум от ло-

birds per year. The distribution of the number of dead birds under one wind turbine was uneven. It suggests that we did not take into account every factor affecting the mortality of birds.

The highest number of researches on the bird's death at the wind farms was done in the USA. According to one publication, a number of dead birds are 4–5 lower under rotating wind turbines than under idle ones. This indicates that the rotating blades seem to scare away the birds. This conclusion requires verification.

Experiments with a coloring of wind turbine blades in different colors have shown that bright colors (primarily red) reduce the probability of collision. Sometimes the ends of the blades are painted in red to prevent pilots of low-flying aircraft from a collision. It was established that white and light gray colors of blades act as a bait for insects that attract insectivorous birds and then predators. The most attractive color for insects is yellow, the least attractive is purple. However, to reduce the dissatisfaction of local peoples from violation of the landscape, pylons, and blades of the wind turbines are often painted in subtle white or light beige colors.

A death of birds from the collision with a rotating blade can happen for two reasons:

- mechanical damage by the blade;
- barotrauma done by the pressure drop behind the blade.

Behind the rotating blade of the wind turbine, an area with a low pressure is generated. American researchers established that bats are mostly get injured as a result of barotrauma. No data was found considering the nature of bird's traumatism.

The intensity of the pressure drop depends not only on the speed of the blade but also on its shape. The first wind turbines made in the 1970s produced a noise that caused complaints and lawsuits from residents. Long-term studies and testing of blades in wind tunnels let the noise from the blades to be reduced. Noise is also a pressure jump but occurs in the frequency range of 20–20000 Hertz. Thus, the probability of barotrauma can also be reduced by improving the aerodynamics of the blades.

Thus, to clarify the mechanism of injuries and mortality of birds from collision with wind generators, we need to address the following issues:

- Does the location and operation of wind turbines affect the density of flying insects that attract insectivorous and afterward rap-

пастей. Шум – это те же скачки давления, только в диапазоне частот 20–20000 герц. Поэтому вероятность баротравмы также можно снизить за счёт совершенствования аэродинамики лопастей.

Таким образом, для выяснения механизма травмирования и смертности птиц от столкновения с ветрогенераторами предстоит исследовать:

- Влияет ли размещение и работа ВЭС на плотность насекомых в воздухе, привлекающих насекомоядных, а за ними хищных птиц?

- Как зависит вероятность травмирования птиц от их размеров?

- Каково распределение видов травм для разных видов птиц и ветротурбин (механические повреждения или баротравма)?

- Каковы скачки давления за лопастями и размеры областей пониженного давления?

Один из участников X Национальной конференции Российской ассоциации ветроиндустрии (РАВИ), которая состоялась 6 декабря 2017 г. на вопрос о критериях безопасности ветротурбин для птиц ответил следующее: «Современные ветротурбины обладают одним замечательным птицезащитным свойством – их лопасти вращаются довольно медленно. При низких частотах вращения (десятые доли герц) лопасть движется с «понятной» для птиц скоростью, они её видят и могут избежать столкновения. Так что вывод следующий – чем менее линейная скорость конца лопасти – тем лучше для птиц».

Ответ нельзя считать удовлетворительным и основанным на фактах.

Для ветротурбин с высоким КПД скорость конца лопасти в 6–10 раз больше скорости ветра (Tip-speed ratio). Максимальная скорость движения конца лопасти самых больших ветрогенераторов составляет 40–100 метров в секунду. Это скорости летящего стрижа или пикирующего хищника. Вероятность столкновения с кромкой лопасти растёт с ростом размаха крыльев птицы. Конструкторы ветротурбин не будут снижать Tip-speed ratio и скорости лопастей, потому что это потребует либо снижения КПД, либо разработки совершенно новой аэродинамической схемы.

9–11 октября 2018 г. в Далласе, Техас, США пройдёт The Blade O&M USA Forum, посвящённый лопастям ветротурбин. Программа форума не содержит упоминания экологических факторов. Следует направить участникам форума вопросы об исследовании причин и предотвращении гибели птиц при столкновении с лопастями турбин.

tors?

- How does the size of a bird correlate with a probability of being injured?

- What is the distribution of injury types for different bird species and wind turbines (mechanical damage or barotrauma)?

- What is the magnitude of the pressure drop behind the blade and what is the size of the area of a low pressure?

One of the participants of the X<sup>th</sup> National Conference of the Russian Association of the Wind Industry (RVCA), which was held on December 6, 2017, replied on the question about safety criteria for wind turbines for birds, answered the following: “Modern wind turbines have one remarkable bird-protection property – their blades rotate rather slowly. At a low rotational speed (tenths of a Hertz) the blade moves with an “understandable” speed for birds, they can see it and can avoid it. Thus, the conclusion was the following – the slower a linear speed of the end of the blade – the better for birds.

This statement couldn't be considered satisfactory and based on strong acts.

In high-efficiency wind turbines, the speed of the end of the blade is 6–10 times higher than the wind speed (Tip-speed ratio). The maximum speed of the blade end of the biggest wind generators is 40–100 meters per second. This is the speed of a flying swift or a diving predator. The probability of collision of a bird with an edge of a blade grows in a parallel with an increase of a wingspan of the bird. Designers of wind turbines will not reduce the Tip-speed ratio and speed of the blades, because this will require either a reduction of efficiency or development of a completely new aerodynamic scheme.

On October 9–11, 2018, Dallas, Texas, USA will host The Blade O & M USA Forum, dedicated to the blades of wind turbines. The forum program does not mention environmental factors. We ought to send requests to the participants of the forum about the causes and prevention of bird deaths after colliding with wind blades.