

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭНЕРГЕТИКУ

Н.П. Бусько, Л.Г. Основина

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники (БГУИР), Минск*

Изменения температуры, осадков, уровня воды, а также частоты и серьезности экстремальных явлений влияют на то, сколько энергии производится, доставляется и потребляется. Изменение климата вызвано загрязнением парниковыми газами в результате деятельности человека, такой как сжигание ископаемого топлива (угля, нефти и газа) для получения энергии, что подпитывает долгосрочную тенденцию к потеплению. Поскольку глобальная температура продолжает повышаться, это имеет серьезные последствия для здоровья человека, а также для природных систем, которые поддерживают нас, таких как земля, воздух и вода. Сжигание ископаемого топлива приводит к образованию парниковых газов (таких как углекислый газ), которые удерживают тепло в атмосфере, вызывая глобальное потепление. Дополнительное тепло на суше, океане и в атмосфере приводит к ухудшению экстремальных погодных условий. Следовательно, одним из крупнейших долгосрочных рисков для энергетической безопасности является усиление экстремальных погодных условий, вызванное изменением климата.

Круговорот воды - это тонкий баланс осадков и испарения. Количество осадков, выпадающих во время штормов и сильных ветров, свидетельствует о том, что круговорот воды уже меняется. С повышением температуры людям и животным требуется больше воды для поддержания своего здоровья и процветания. Многие важные виды экономической деятельности, такие как производство электроэнергии на электростанциях, разведение скота и выращивание продовольственных культур, также требуют воды. Количество воды, доступной для этих видов деятельности, может сократиться по мере потепления Земли и усиления конкуренции за водные ресурсы.

Высокие температуры приводят к усилению таяния снега и, зачастую, к более интенсивным периодам сезонных осадков. Особая заинтересованность была отмечена в отношении гималайских стран с высокогорной гидроэнергетикой. Усиленное таяние снега и сезонные осадки собирают гораздо больше воды, что невыгодно ни для выработки гидроэнергии, ни для безопасности районов, расположенных ниже по течению. Переполненный напор воды перед турбиной приводит к снижению эффективности выработки, поскольку избыточное гидравлическое состояние нарушает оптимальные рабочие условия. По сравнению с высотной гидроэнергетикой, низкогорные гидроэлектростанции с большей вероятностью подвержены влиянию осадков, чем температуры. Осадки, как правило, являются формой стока, влияющей на имеющуюся воду, используемую для гидроэнергетики. Многие исследования показали схожую чувствительность гидроэнергетических ресурсов или выработки гидроэлектроэнергии как к изменению количества осадков, так и к повышению температуры. Относительное влияние изменений температуры и осадков на выработку гидроэнергии было исследовано Маркоффом и Калленом (2008). В период 2080-х годов данные свидетельствуют о том, что изменение количества осадков на 3% оказало на гидроэнергетику такое же воздействие, как изменение температуры на 1°C. Это означало, что каждое повышение температуры на 1°C требует увеличения количества осадков примерно на 3% для поддержания текущего уровня выработки гидроэнергии.

По сравнению с двумя важными прямыми параметрами - температурой и количеством осадков - все еще существует множество косвенных факторов, которые оказывают относительно умеренное воздействие на гидроэнергетику в результате изменения климата. Однако эти последствия

трудно поддаются количественной оценке. Некоторые из этих косвенных воздействий, вероятно, будут ощущаться в той или иной степени во всех регионах, а некоторые из них являются специфическими для региона. Косвенное воздействие на доступность воды для энергетических целей может иметь место, если спрос на воду для других видов использования, таких как орошение и водоснабжение жилых домов и промышленности, возрастает в связи с изменением климата. Во-первых, с повышением температуры увеличивается и потенциал испарения, в результате чего большее количество жидкой воды испаряется в газообразное состояние в нижних слоях атмосферы. В свою очередь, обусловленное температурой увеличение испарения с поверхности водохранилищ потенциально сокращает доступные запасы воды для гидроэнергетики. Во-вторых, высокая температура и повышенная изменчивость осадков, как правило, увеличивают спрос на оросительную воду в сельскохозяйственных регионах из-за увеличения общей эвапотранспирации почвы. Это происходит даже в том случае, если общее количество осадков в течение вегетационного периода остается неизменным. В-третьих, количество воды - не единственная важная переменная. Изменения в качестве воды также могут оказать существенное воздействие на выработку гидроэнергии. Повышенная интенсивность осадков может периодически приводить к повышенной мутности воды, поступающей в гидрогенератор. Выброс отложений вверх по течению приводит к увеличению износа турбин, что может увеличить затраты на очистку и сократить срок службы турбины и эффективность ее выработки электроэнергии [1].

Что касается солнечных электростанций, американские исследователи из Массачусетского технологического института (MIT), изучили предполагаемые негативные последствия повышения температуры для работы солнечных модулей. Ученые подсчитали, что кремниевые солнечные батареи могут потерять в среднем около 0,45 процента своей мощности на каждый градус глобального повышения температуры.

Расчеты проводились на основе RCP (Representative Concentration Pathway) Межправительственной группы экспертов ООН по изменению климата (МГЭИК). Он предусматривает пик выбросов CO₂ в 2040 году и повышение средней глобальной температуры на 1,8 градуса Кельвина к 2100 году.

Производительность солнечных модулей будет снижаться повсюду при повышении температуры, а, согласно исследованию, южные регионы США, южная часть Африки и Центральная Азия пострадают больше всего. «Мы прогнозируем среднее снижение годовой выработки на 15 киловатт-часов на киловатт установленной мощности, а в некоторых районах до 50 киловатт-часов на киловатт», – пишут исследователи MIT.

Стоит отметить, что глобальное потепление повлияет на разные солнечные модули по-разному. Одной из характеристик солнечных батарей, указываемых в спецификациях, является температурный коэффициент солнечного модуля. Он показывает, на сколько процентов снизится мощность при повышении температуры на один градус Цельсия. Чем меньше температурный коэффициент, тем лучше. Некоторые солнечные батареи более устойчивы к высоким температурам — у них низкий температурный коэффициент максимальной выходной мощности. Например, российские модули Хевел, произведенные по технологии HJT («Heterojunction with intrinsic thin-layer technology» — «технология гетероперехода с внутренними тонкими пленками»). Их химический состав обуславливает более низкий температурный коэффициент по сравнению с обычными и PERC модулями из кристаллического кремния [2]. Таким образом, повышение глобальных температур повлияет на выработку солнечной энергетики, однако это влияние будет относительно незначительным. Также следует отметить, что современные высокоэффективные солнечные модули, изготовленные с использованием специализированных материалов и технологий, обычно обладают достаточной устойчивостью к изменениям температуры, чтобы минимизировать потери в выработке солнечной энергии. Однако необходимо учитывать, что экстремальные климатические условия, такие как крайне высокие температуры или экстремальные колебания температуры, могут оказывать более значительное влияние на эффективность солнечных модулей.

Одним из основных факторов, влияющих на эффективность ВЭС, являются изменения ветровых условий. Перемены в климатических условиях могут привести к изменению скорости и направления ветра, что в свою очередь повлияет на возможность генерации электроэнергии. Сильные колебания ветрового потока или уменьшение его скорости могут снизить эффективность ВЭС и уменьшить производство электроэнергии.

Кроме того, изменение климата может вызвать изменения в погодных условиях, таких как частота и интенсивность штормов или ураганов. Эти атмосферные явления представляют угрозу для

инфраструктуры ВЭС и приводят к повреждению ветрогенераторов или других компонентов системы.

Одной из проблем, вызванных сильными ветрами, является возникновение механических нагрузок. Высокая скорость ветра оказывает давление на лопасти ветрогенераторов, что может привести к их износу и повреждениям. Это может привести к необходимости регулярного обслуживания и замены компонентов, что увеличивает эксплуатационные расходы.

Кроме того, сильные ветровые потоки могут вызывать вибрации ветрогенераторов и их оснований. Постоянные вибрации могут привести к разрушению материалов и компонентов, а также вызывать проблемы с надежностью и безопасностью работы ВЭС.

Другим негативным аспектом сильных ветровых потоков является увеличение риска возникновения аварийных ситуаций. В случае очень сильных ветров или штормов может возникнуть необходимость временной остановки работы ветряной электростанции из-за безопасности. Это может привести к снижению производства электроэнергии и возможным финансовым потерям.

Интенсивные ветры также могут оказывать влияние на надежность передачи электричества от ВЭС к потребителям. Высокая нагрузка на электрическую сеть, вызванная большим количеством генерируемой энергии, может приводить к возникновению перегрузок и скачков напряжения, что может повредить оборудование и нарушить нормальное функционирование электрической сети.

Причина, по которой в прибрежных районах будет наблюдаться увеличение энергии ветра, заключается в том, что суша в мире нагревается быстрее, чем океан, и эта разница является источником энергии для этих ветров. Однако в северных средних широтах основной движущей силой ветра является разница температур между Арктикой и тропиками, и Арктика нагревается очень быстро, уменьшая эту разницу.

28 сентября 2016 года Южная Австралия пережила один из самых сильных штормов за последние десятилетия. Шторм включал в себя как минимум семь торнадо, порывы ветра со скоростью 190–260 км/ч (аналогичные скорости ветра во время циклона Трейси), крупный град и интенсивную осадки. Грозы и торнадо разрушили 23 опоры электропередачи в Южной Австралии, вызвав отключение электроэнергии по всему штату (Бернс и др., 2016).

Волны тепла оказывают давление на электроэнергетические системы как из-за возросшего спроса на электроэнергию (поскольку все включают кондиционеры), так и из-за того, что электростанциям, работающим на ископаемом топливе, трудно работать в жару.

Точно так же, как пожилые люди страдают от жары, стареющие электростанции, работающие на ископаемом топливе, плохо справляются с этой задачей. Экстремальная жара снижает производительность, и у них возникают механические неисправности именно тогда, когда они больше всего необходимы.

Инфраструктура, которая транспортирует электроэнергию по длинным, тонким линиям электропередачи от одного массивного источника энергии, более уязвима к экстремальным погодным явлениям, таким как лесные пожары, ураганы и волны тепла, чем распределенная сеть с множеством источников энергии, разбросанных по широкому кругу мест.

Кроме того, в теплое время года увеличивается рост температуры воздуха, который в сочетании с возможным дефицитом осадков может привести к уменьшению водных ресурсов, которые доступны для охлаждения ТЭС и АЭС. Увеличение числа суток с температурой воздуха +25°C и более будет негативно сказываться на передаче энергии, т.к. с повышением температуры воздуха передаваемая мощность по ЛЭП снижается, растут потери электроэнергии. При превышении температуры воздуха значения +25°C и выше передаваемая мощность электроэнергии уменьшится на 2,25%/1°C. Помимо уменьшения передаваемой мощности увеличиваются потери на ЛЭП (на 0,4% на 1°C). Особенно критическим является повышение температуры воздуха до +35°C и выше, которая может привести к полному прекращению подачи электроэнергии по ЛЭП из-за высокой вероятности перегрева линий электропередач. Вероятный рост количества зимних осадков и повышение температуры воздуха в зимний период года приведет к увеличению случаев возникновения гололедных явлений, что увеличит вероятность возникновения аварий на ЛЭП [3].

Инфраструктуре нефтегазодобычи жара угрожает таянием многолетнемерзлых пород и потерей несущей способности почвы; на деятельность нефтяного и газового сектора негативно влияет рост повторяемости и интенсивности неблагоприятных и опасных явлений природы. В итоге увеличивается риск аварий на сооружениях нефтегазодобычи, особенно в Арктике из-за деградации вечной мерзлоты [4].

Таким образом, изменения в климатических условиях, такие как повышение температуры, изменение осадков и частоты экстремальных погодных явлений, оказывают прямое воздействие на

доступность и устойчивость природных ресурсов, а также на производство и распределение энергии. Одной из наиболее заметных сфер, подверженных влиянию изменения климата, является энергетика. Рост температуры приводит к увеличению спроса на энергию для охлаждения, особенно в регионах с высокими температурами. Это может привести к увеличению потребления электроэнергии и необходимости расширения энергетической инфраструктуры, что в свою очередь требует дополнительных природных ресурсов

Список использованных источников

1. Impacts of climate change on hydropower development and sustainability: a review [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/163/1/012126/pdf> – Дата доступа: 01.11.2023.
2. Глобальное потепление снижает выработку солнечных батарей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nenen.ru/global-warming-reduces-solar-cell-production/> – Дата доступа: 01.11.2023.
3. Как изменение климата влияет на энергетическую отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgidromet.by/ru/news-ru/view/kak-izmenenie-klimata-vlijaet-na-energeticheskuju-otrasl-2952/#> – Дата доступа: 01.11.2023.
4. Как изменится энергетика в ответ на глобальное изменение климата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://strana-rosatom.ru/2021/09/03/kak-izmenitsya-energetika-v-otvet-na-gl/> – Дата доступа: 01.11.2023.