

УДК 551.58

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭНЕРГЕТИКУ
THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON ENERGY**

Д.А. Дубицкий, А.А. Каранкевич

Научный руководитель – В.В. Кравченко, к.э.н., доцент

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

vladmir70@rambler.ru

A. Karankevich, D. Dubitskiy

Supervisor – V. Kravchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: статья рассматривает как влияет изменение климата на энергетику, описывает основные угрозы и предлагает пути их решения.

Abstract: the article examines how climate change affects energy, describes the main threats and suggests ways to solve them.

Ключевые слова: климат, адаптация, инфраструктура, энергетика.

Keywords: climate, adaptation, infrastructure, energy.

Введение

Глобальное изменение климата – угроза, которая оказывает ощутимое влияние на все сферы человеческой деятельности, и энергетика, как важный элемент экономики и общества, испытывает серьёзные трудности. Изменение климата ставит энергетику в крайне сложное положение: будучи одним из основных факторов, способствующих выбросам парниковых газов, она, в то же время, становится все более уязвимой для экстремальных погодных явлений и других климатических изменений.

Чтобы понять всю сложность проблемы, нужно внимательно изучить, как именно изменение климата воздействует на энергетическую инфраструктуру и производственные процессы.

Основная часть

Энергетическая система состоит из генерации, передачи, распределения, хранения и потребления энергии. Каждый из этих элементов подвержен воздействию климатических факторов.

Зависимость гидроэлектростанций (ГЭС) от наличия и стабильности водных ресурсов делает их крайне уязвимыми к изменениям в режиме рек. Уменьшение количества и изменение режима осадков, которые вызваны глобальным потеплением, приводят к уменьшению речного стока, снижению уровня воды в водохранилищах и, как следствие, к уменьшению выработки электроэнергии. Снижение выработки электроэнергии на ГЭС влечет за собой дефицит энергоснабжения, увеличение зависимости от более дорогих и экологически грязных источников энергии, повышение цен на электроэнергию для потребителей. В крайних случаях, когда уровень воды в водохранилищах опускается до критически низких отметок, ГЭС вынуждены прекращать свою работу, что создает угрозу масштабных перебоев в энергоснабжении. Азия, где

гидроэнергетика играет важную роль, неоднократно сталкивалась с серьезными проблемами из-за засух, которые приводили к снижению выработки электроэнергии и увеличению ее стоимости [1]. Аналогичные проблемы наблюдались в других странах Южной Америки и Африки, где ГЭС играют важную роль в энергоснабжении.

Тепловые электростанции, работающие на таком ископаемом топливе, как уголь, газ и мазут требуют больших объемов воды для охлаждения оборудования. Повышение температуры воды в водоемах и снижение её доступности из-за засух приводят к снижению эффективности работы ТЭС и увеличению риска перегрева оборудования. Очень высокие температуры также могут приводить к повреждению оборудования и снижению его срока службы. Снижение производительности работы ТЭС влечёт за собой увеличение роста расхода топлива, увеличение выбросов парниковых газов и повышение стоимости электроэнергии. Нехватка воды из-за засух может приводить к тому, что ТЭС будут вынуждены снижать выработку или вообще прекращать работу, создавая риск перебоев в электроснабжении, особенно в периоды пикового потребления. Повышенная температура окружающей среды также увеличивает вероятность аварий на ТЭС, в особенности на атомных электростанциях, где перегрев реактора может повлечь катастрофические последствия. Во время аномальных волн жары в Европе в 2003, 2006 и 2018 годах многие ТЭС были вынуждены уменьшить производство или остановить свою работу из-за недостатка воды для охлаждения [2]. В Индии и Китае, где многие ТЭС находятся в засушливых районах, подобные проблемы возникают регулярно.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), в частности солнечная и ветровая, – ключевой фактор стратегии декарбонизации и противодействия изменению климата, но они сильно зависят от погоды. Колебания скорости и направления ветра, рост облачности, изменение в режиме осадков и аномальные температуры могут значительно уменьшить эффективность работы солнечных и ветряных электростанций.

Нестабильность генерации электроэнергии от ВИЭ вынуждает задействовать резервные мощности (обычно использующие ископаемое топливо), что снижает экологическую привлекательность ВИЭ и повышает расходы на обеспечение стабильности энергосистемы. Непредсказуемость производства также затрудняет планирование энергоснабжения и способна вызывать перебои с поставками электроэнергии потребителям. Исследования указывают, что изменение климата способно привести к значительному уменьшению выработки электроэнергии на ветряных электростанциях в отдельных частях света, например, в Европе и Северной Америке [2]. Изменение климата также может повысить частоту и силу экстремальных погодных явлений, таких как град и сильные ветра, которые могут повредить солнечные панели и ветряные турбины.

Линии электропередач (ЛЭП), подстанции трансформаторов, газовые и нефтяные трубопроводы, а также прочие элементы энергетической системы испытывают на себе влияние негативных природных явлений. К ним относятся ураганные ветры, паводки, лесные пожары и экстремально высокие

температуры. Повреждения таких объектов могут приводить к масштабным отключениям электричества, утечкам топлива, выходу из строя оборудования и иным серьезным последствиям, негативно влияющим на экономику и экологию. Повышение температуры воздуха способно снижать эффективность ЛЭП и увеличивать потери электроэнергии при её транспортировке. Крупномасштабные перебои с электричеством влекут за собой паралич производств, дезорганизацию транспортных потоков, сбои в телекоммуникационных сетях и системах водоснабжения, что создает прямую угрозу для благополучия граждан, особенно в периоды экстремальных температурных условий. Повреждения энергетической инфраструктуры также сопряжены с экологическим ущербом и негативными последствиями для экономики в долгосрочной перспективе. На восстановление пострадавших объектов требуются существенные финансовые вливания и значительные временные затраты. Массовые отключения электроэнергии приводят к остановке работы предприятий, срыву транспортных перевозок, нарушениям функционирования систем связи и водоснабжения, одновременно создавая угрозу жизни людей, особенно в условиях аномальной жары или холода. Повреждения объектов энергетической системы могут спровоцировать загрязнение окружающей среды и породить затяжные экономические трудности. На ликвидацию последствий и восстановление поврежденных участков необходимы внушительные финансовые вложения и значительные временные ресурсы. Ураган "Катрина", обрушившийся на США в 2005 году, нанес колоссальный ущерб энергетической инфраструктуре Нового Орлеана и окрестностей, оставив миллионы людей без электроэнергии на несколько недель. Лесные пожары в Калифорнии в последние годы приводили к массовым отключениям электроэнергии, связанным с повреждением ЛЭП и подстанций.

Изменение климата не только создает проблемы для производства и транспортировки энергии, но и увеличивает спрос на нее. Повышение температуры воздуха приводит к росту использования кондиционеров для охлаждения помещений, что создает пиковую нагрузку на электросети и повышает вероятность аварий. Увеличение частоты экстремальных погодных явлений может также приводить к росту потребления электроэнергии для обогрева в зимний период и для освещения в темное время суток при перебоях электричества.

Адаптация энергетического сектора к изменению климата это сложный процесс, который требует преодоления ряда серьезных проблем.

Существующая энергетическая инфраструктура (электростанции, ЛЭП, трубопроводы и др.) в основном была построена в XX веке и рассчитана на другие климатические условия. Модернизация или замена стареющего оборудования требует значительных финансовых ресурсов и длительного периода времени.

Во многих странах климатические угрозы по-прежнему не включены в процессы планирования и управления энергетикой. Отсутствуют обязательные климатические проверки для новых энергетических проектов, механизмы

оценки уязвимости действующих объектов, а также четкие прогнозы и сценарии климатических воздействий при принятии инвестиционных решений.

Переход на новые технологии нуждается в существенных и длительных вложениях, что не всегда выгодно для частных компаний. Продолжающиеся государственные субсидии на ископаемое топливо ухудшают условия конкуренции и тормозят распространение экологически чистых и климатически стабильных энергетических технологий.

Переход к экологически чистой и климатически стабильной энергетике требует слаженной работы на международной, государственной и региональной аренах. Но расхождения в интересах стран, политическая нестабильность, слабое взаимодействие между ведомствами и недостаточное понимание населением климатических угроз усложняют формирование общей стратегии и осуществление действенных мер по адаптации.

Несмотря на все трудности, адаптация энергетического сектора к изменению климата не только возможна, но и необходима для обеспечения надежного и устойчивого энергоснабжения в будущем. Ключевые направления адаптации включают в себя:

1. Усиление устойчивости энергетической инфраструктуры:

- При строительстве новых объектов и обновлении существующих необходимо учитывать климатические прогнозы, использовать устойчивые строительные материалы и проектные решения, способные выдерживать экстремальные погодные явления (наводнения, ураганы, жару).

- Осуществление проектов по повышению надёжности энергосетей, включая подземную прокладку кабелей, установку систем защиты от молний и лесных пожаров, а также создание резервных источников электроэнергии.

2. Диверсификация источников энергии и развитие возобновляемых источников [3]:

- Уменьшение зависимости от одного вида энергии и увеличение доли ВИЭ в структуре энергопотребления.

3. Развитие интеллектуальных энергосистем и цифровизация:

- Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования климата и принятия оперативных решений в случае возникновения аварийных ситуаций.

4. Улучшение климатического моделирования и прогнозирования [4]:

- Развитие научных исследований в области изменения климата и разработка более точных и детальных климатических моделей, учитывающих региональные особенности.

- Применение данных климатического моделирования для оценки рисков и планирования мер адаптации в энергетике.

5. Совершенствование системы управления рисками и страхования:

- Разработка и применение механизмов страхования энергетической инфраструктуры от климатических рисков.

- Создание фондов для финансирования мер по предотвращению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с изменением климата.

6. Развитие международного сотрудничества и обмена информацией:

- Участие в международных соглашениях направленных на борьбу с изменением климата и адаптации к его последствиям.
- Обмен информацией и передовым опытом в области адаптации с другими странами и организациями.

Заключение

Изменения климата – это серьёзные проблемы для энергетики, но одновременно с этим и новые возможности для инноваций и экономического развития. Адаптация к новым климатическим условиям требует комплексного подхода, основанного на технологических инновациях, стратегическом планировании, эффективном управлении рисками и тесном сотрудничестве между государством, бизнесом и наукой. Только объединив усилия и используя все имеющиеся ресурсы, мы сможем создать устойчивый и климатически адаптированный энергетический сектор, который гарантирует надежное и экологически чистое энергообеспечение для будущих поколений.

Литература

1. IEA, Climate Impacts on South and Southeast Asian Hydropower: [сайт]. – Франция, 2021. – URL: <https://www.iea.org/reports/climate-impacts-on-south-and-southeast-asian-hydropower> (дата обращения: 04.04.2025).
2. IPCC, Climate Change 2023: [сайт]. – Швейцария, 2023. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle> (дата обращения: 04.04.2025).
3. IPCC, Renewable Energy and Climate Change: [сайт]. – США, 2014. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/renewable-energy-and-climate-change> (дата обращения: 04.04.2025).
4. IPCC, Climate change: a threat to human wellbeing and health of the planet. Taking action now can secure our future: [сайт]. – Германия, 2022. – URL: <https://www.ipcc.ch/2022/02/28/pr-wgii-ar6> (дата обращения: 04.04.2025).