

УДК 621.311

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

Чесняк А.В., студент гр. МЭТ-241, I курс

Научный руководитель: Рыбина А.В., старший преподаватель кафедры  
энергетики и теплотехники

Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Климатические изменения уже оказывают значительное влияние на энергетический сектор и будут продолжать формировать его в ближайшие десятилетия. Международные организации, такие как Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC), прогнозируют различные сценарии развития ситуации в зависимости от уровня выбросов парниковых газов. Эти сценарии варьируются от умеренных изменений при строгом контроле выбросов до критических последствий, если выбросы продолжат расти.

Согласно прогнозам IPCC, к концу XXI века средняя температура на планете может увеличиться на 1,5–4,5 °C, что напрямую затронет энергетические системы. Гидроэнергетика, зависящая от уровня осадков и таяния ледников, в северных регионах может даже увеличить выработку электроэнергии благодаря росту водообеспеченности. Однако в странах Средиземноморья и Центральной Азии снижение водных ресурсов может ограничить потенциал гидроэлектростанций. Тепловые электростанции также уязвимы: рост температур снижает эффективность их охлаждения, что уже приводит к падению выработки на 5–10 % в периоды жары, например, в Индии и США. Возобновляемые источники энергии также испытывают влияние — увеличение облачности снижает эффективность солнечных панелей, а изменение скорости ветра может повлиять на работу ветрогенераторов.

Изменение климата отражается и на спросе на энергию. Повышение температур приводит к увеличению потребности в охлаждении, особенно в тропических и субтропических странах. Например, в Юго-Восточной Азии к 2050 году ожидается рост энергопотребления на 30–50 % из-за активного использования кондиционеров [1]. В умеренных широтах снижение потребности в отоплении частично компенсирует этот рост, но в целом нагрузка на энергосистему возрастает, особенно в регионах с ограниченными ресурсами. Кроме того, экстремальные погодные явления, такие как ураганы, наводнения и лесные пожары, создают угрозу для энергетической инфраструктуры, увеличивая риски повреждения линий электропередач и трансформаторов.

Сценарии климатических изменений, предлагаемые IPCC, позволяют оценить потенциальные последствия для энергетики. В наиболее благоприятном варианте (RCP2.6) глобальная температура стабилизируется на уровне +1,5 °C при строгом контроле выбросов, что приведёт к ускоренному развитию

возобновляемых источников энергии. Однако даже в этом случае остаются риски, связанные с изменением количества осадков и частотой экстремальных погодных явлений. При сценарии RCP4.5, предполагающем умеренное потепление на 2–3 °C, энергетическая инфраструктура столкнётся с более серьёзными вызовами, особенно в странах, зависящих от ископаемого топлива. Засухи могут снизить производство гидроэнергии, а тепловые электростанции испытывают нехватку воды для охлаждения. В более жёстком сценарии (RCP6.0), при котором потепление достигнет 3–4 °C, энергосистемы столкнутся с критическими нагрузками из-за роста потребления энергии на кондиционирование, что увеличит вероятность перегрузок и отключений.

На региональном уровне последствия изменения климата будут различаться. В Северной Европе рост осадков повысит выработку гидроэнергии, тогда как в Южной Европе нехватка воды и засухи станут серьёзной проблемой. В Азии страны, такие как Индия и Китай, уже сталкиваются с негативными последствиями: засухи и наводнения снижают выработку гидроэлектростанций, а потребность в охлаждении растёт. В 2022 году Китай испытал энергетический кризис из-за засухи, сократившей производство гидроэнергии. В Африке нехватка энергии, вызванная изменением климата, усугубляет проблему энергетической бедности, что требует развития возобновляемых источников энергии. В Северной Америке ураганы и пожары создают дополнительные риски для энергосистемы. Например, ураган «Катрина» в 2005 году вызвал масштабные отключения электроэнергии в США, что подчеркнуло необходимость укрепления энергетической инфраструктуры.

Атомные электростанции также подвержены климатическим рискам. Их работа зависит от стабильных источников воды для охлаждения, но засухи и повышение температуры воды могут нарушить этот процесс, вызывая вынужденные остановки реакторов. В будущем может потребоваться адаптация АЭС, например, внедрение воздушного охлаждения или использование морской воды [2].

Хотя исследования последних десятилетий позволили лучше понять влияние изменения климата на энергетику, остаются пробелы в оценке рисков на региональном уровне. Исследования показывают, что спрос на охлаждение продолжит расти, а возможности производства гидро- и теплоэнергии могут сокращаться. Наибольшие изменения ожидаются в Южной Азии и Латинской Америке. Для эффективного планирования энергетики в таких условиях необходимы более точные прогнозы и согласованная методика анализа климатических рисков.

В Европе предпринимаются активные меры для адаптации энергетической инфраструктуры к изменяющимся климатическим условиям. Европейский Союз разработал «Зелёный курс» (Green New Deal), направленный на развитие возобновляемых источников энергии и декарбонизированных газов, включая водород. Согласно «Водородной стратегии для климатически нейтральной Европы», планируется инвестировать от 180 до 470 миллиардов евро в «зелёный» водород к 2050 году, что свидетельствует о стремлении ЕС

снизить зависимость от ископаемого топлива и уменьшить выбросы парниковых газов.

В рамках повышения энергоэффективности зданий Европейская комиссия выпустила «Директиву по энергоэффективности зданий» (EPBD), которая является основным законодательным инструментом ЕС в этой области. Директива устанавливает минимальные стандарты энергоэффективности для новостроек и существующих зданий, проходящих капитальный ремонт, с целью снижения энергопотребления и уменьшения выбросов углекислого газа [3].

Кроме того, инициатива «Соглашение мэров» объединяет местные и региональные власти, которые добровольно обязуются развивать на своих территориях политику устойчивой энергетики. Подписывая это соглашение, местные власти стремятся сократить выбросы СО<sub>2</sub> на своих территориях путём повышения энергетической эффективности и инвестиций в возобновляемые источники энергии.

В Германии, в частности, реализуется «Немецкая стратегия адаптации к изменению климата», принятая в 2008 году. Она устанавливает рамки для адаптации, включая сотрудничество с федеральными землями в оценке рисков изменения климата, выявление областей действий и определение соответствующих целей и мер. В 2011 году был принят «План действий по адаптации», который сопровождается другими пунктами, такими как исследовательские программы, оценки адаптации и систематические наблюдения [4].

Эти инициативы и стратегии демонстрируют стремление Европы адаптировать свою энергетическую инфраструктуру к изменяющимся климатическим условиям, снижая зависимость от ископаемого топлива и повышая устойчивость энергетических систем.

### **Список литературы:**

1. Власова А.А., Тарасюк П.Н., Трубаев П.А. Анализ структуры выработки и потребления тепловой энергии в России // Образование, наука, производство. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. С. 2929-2935.
2. Магомедов М.Н. Интегрированные автоматизированные системы управления производственными процессами / М.Н. Магомедов // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". - 2014. - № 1. - С. 80-83.
3. Чистович С.А. Автоматизированные системы теплофикации, теплоснабжения и отопления / С.А. Чистович, В.Б. Харитонов. - Санкт-Петербург: Авок Северо-Запад, 2008. - 399 с.
4. Козлецов А.П. Современные способы организации обмена данными с системами управления / А.П. Козлецов, И.С. Решетников // Информационные технологии в проектировании и производстве. - 2010. - № 2. - С. 17-23.