

А.А. КУЗЁМА, студент гр. Э-24 (АлтГТУ)
А.С. САБЕЛЬНИКОВ, аспирант гр. ОЭлЭ-31 (АлтГТУ)
Научный руководитель И.А. ПОЛЯКОВ, к.т.н., доцент (АлтГТУ)
г. Барнаул

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОТАНЦИЙ

Солнечная энергетика, будучи одним из наиболее перспективных направлений возобновляемой энергетики, демонстрирует стремительный рост по всему миру. Солнечная электростанция (СЭС) – это инженерное сооружение, преобразующее солнечную радиацию в электрическую энергию.[1] СЭС предлагают экологически чистый метод производства электроэнергии, а также, являются достойной альтернативой углю и нефти. Согласно данным исследовательской компании Ember, в первой половине 2025 года в мире было установлено 380 ГВт (постоянного тока) мощностей солнечной энергетике – на 64% больше, чем за тот же период 2024 года.[2] Однако, эффективность работы, количество преобразованной электроэнергии и надежность работы в значительной степени зависят от климатических условий и их размещения. В данной статье рассматриваются особенности эксплуатации фотоэлектрических электростанций в различных климатических условиях. Цель статьи – определить основные элементы, влияющие на их эффективность и срок службы, а также предложить стратегии повышения их эксплуатационных характеристик.

Производительность солнечных электростанций фундаментально и положительно коррелирует с количеством и интенсивностью солнечного излучения, падающего на поверхность фотоэлектрических модулей. Однако ряд других факторов окружающей среды оказывают значительное влияние на эффективность работы. Температура играет важную роль в работе СЭС. Повышенные температуры, обычно наблюдаемые в засушливых и экваториальных зонах, отрицательно сказываются на эффективности фотоэлектрических элементов на основе кремния. С повышением температуры окружающей среды соответственно повышается рабочая температура элементов, что приводит к снижению выходного напряжения и, следовательно, к снижению выработки электроэнергии. Исследования показали, что эффективность большинства стандартных фотоэлектрических модулей снижается примерно на 0,3-0,5% при каждом градусе Цельсия выше 25°C.[3] И наоборот, более низкие температуры, характерные для более холодного климата, потенциально могут повысить эффективность фотоэлементов; однако связанные с этим проблемы, такие как обра-

зование льда и скопление снега, становятся серьезной проблемой. Осадки в виде снега, дождя и града являются основным источником снижения выработки энергии в зимние месяцы в зонах с умеренным и холодным климатом, так как слои снега и оледенения активно препятствуют проникновению солнечного света в фотоэлементы, а дождь может промывать фотоэлементы, идя в умеренном количестве. Когда осадки идут в интенсивном размере они могут привести к физическому повреждению модулей. Сильные ветры, преобладающие в прибрежных районах и на открытых равнинах, могут вызывать вибрацию и механическую нагрузку на конструктивные элементы солнечных электростанций, что может привести к поломке. И наоборот, воздушный поток может способствовать естественному охлаждению панелей, смягчая неблагоприятное воздействие высоких температур. Повышенный уровень влажности, особенно в сочетании со значительными колебаниями температуры, может ускорить коррозию металлических компонентов солнечных электростанций и способствовать разрушению материалов, используемых в фотоэлектрических модулях. Туман, распространенный в прибрежных и горных районах, уменьшает количество прямой солнечной радиации, негативно влияя на общую выработку энергии. Скопление пыли, песка и промышленных загрязняющих веществ, часто наблюдаемое в пустынных, промышленных и сельскохозяйственных регионах, на поверхности фотоэлектрических модулей препятствует проникновению солнечного света и снижает эффективность их работы.

Особенности эксплуатации солнечных электростанций в различных климатических зонах. Учитывая вышеупомянутые факторы, влияющие на окружающую среду, стоит обратить внимание на особые эксплуатационные характеристики солнечных электростанций (СЭС) в различных климатических условиях. Например, жаркий и засушливый климат в пустынях. Проблемы возникают из-за повышенных температур, интенсивной солнечной радиации, значительного скопления пыли и возможности возникновения песчаных бурь. Решения включают в себя установку фотоэлектрических модулей с повышенной температурной стабильностью, использование механизмов активного или пассивного охлаждения, таких как вентиляция или жидкостное охлаждение, постоянную очистку панелей от пыли вручную или с помощью автоматизированных систем, и использование защитных покрытий для минимизации поглощения тепла. Кроме того, внедрение систем слежения, которые оптимизируют ориентацию панелей относительно положения солнца, может оказаться полезным.[4] В умеренном климате тоже есть свои недостатки. Проблемы связаны с сезонными колебаниями солнечной радиации, периодами облачности и выпадением осадков.

Для смягчения неблагоприятных последствий климатических усло-

вий и повышения общей производительности солнечных электростанций (СЭС) используется целый ряд передовых технологий. Системы слежения являются одними из первых стратегий по улучшению работы Солнечной энергетики. Эти механизмы автоматически регулируют ориентацию солнечных панелей для максимального улавливания солнечной радиации в течение дня. Это значительно повышает выработку энергии, особенно в регионах с изменчивым облачным покровом. Системы очистки также входят в список решений, выявленных выше проблем. Автоматизированные устройства для очистки, использующие как водные, так и сухие методы очистки, поддерживают чистоту поверхностей панелей. Индийская компания Solavio создала портативное роботизированное устройство для очистки солнечных батарей, размещенных на земле и крышах частных домов.[5] Это предотвращает снижение производительности, вызванное накоплением пыли и мусора. Также могут помочь двухсторонние солнечные модули. Эти модули могут генерировать электроэнергию как с передней, так и с задней поверхностей, что позволяет эффективно использовать рассеянный свет и отраженное излучение от земли или снежного покрова. Передовые фотоэлектрические материалы и технологии, разработка которых продолжается и по сей день, направлена на создание фотоэлектрических элементов с повышенной термостойкостью, влагостойкостью и устойчивостью к физическим повреждениям, а также с улучшенной производительностью в условиях низкой освещенности. Системы мониторинга и диагностики, представляющие из себя современные платформы мониторинга, обеспечивают отслеживание производительности СЭС в режиме реального времени. Эти системы обнаруживают неисправности и аномалии, связанные с климатическими факторами, что позволяет оперативно принимать меры по их устранению.

Эксплуатация солнечных электростанций (СЭС) в различных погодных условиях представляет собой сложную, но выполнимую задачу. Понимание конкретных экологических факторов, влияющих на производительность и долговечность СЭС, имеет решающее значение для их успешного проектирования, внедрения и оперативного управления. Использование современных технологических достижений, передовых материалов, а также тщательных стратегий мониторинга и технического обслуживания помогает свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду и максимально использовать возможности солнечной энергетики во всем мире. Будущие исследования, направленные на создание более устойчивых и эффективных инновационных фотоэлектрических систем, наряду с усовершенствованиями систем управления и эксплуатации, будут способствовать более широкому и эффективному использованию солнечной энергии на мировом уровне.

Список литературы:

1. Солнечная электростанция . – Текст : электронный // Neftegaz : [сайт]. – URL: <https://neftegaz.ru> (дата обращения: 11.10.2025).
2. Мощности солнечной энергетики. – Текст : электронный // RenEn : [сайт]. – URL: <https://renen.ru/moshhnosti-solnechnoj-energetiki> (дата обращения: 11.10.2025).
3. Как работает солнечная батарея зимой . – Текст : электронный // rudesign : [сайт]. – URL: <https://rudesignshop.ru/blog/kak-rabotaet-solnechnaya-batareya-zimoy/> (дата обращения: 11.10.2025).
4. Чибисова, И. С. Сравнительный анализ развития солнечной энергетики / И. С. Чибисова. – Текст : непосредственный // Эпоха науки. – 2020. – № 21. – С. 72-76.
5. Робот для очистки солнечных панелей. – Текст : электронный // Глобальная энергия : [сайт]. – URL: <https://globalenergyprize.org/ru> (дата обращения: 11.10.2025).

Информация об авторах:

Кузёма Амина Александровна, студент группы Э-24, АлтГТУ,
656038, г. Барнаул, ул. Ленина, д. 46, kuzyoma@yandex.ru

Сабельников Александр Сергеевич, аспирант гр. ОЭЛЭ-31, АлтГТУ,
656038, г. Барнаул, ул. Ленина, д. 46, sabkv@gmail.com