

КАЗАХСТАНСКО - НЕМЕЦКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (DKU)

СБОРНИК

кейсов лучших практик использования ВИЭ в Казахстане

Образовательная поездка для изучения лучших практик
использования возобновляемых источников энергии с целью
повышения осведомленности и накопления опыта молодых исследователей
RENEWABLE ENERGY TRIP 2020

**Образовательная поездка для изучения лучших практик
использования возобновляемых источников энергии с целью
повышения осведомленности и накопления опыта молодых исследователей**

RENEWABLE ENERGY TRIP 2020

СБОРНИК

кейсов лучших практик использования ВИЭ в Казахстане

УДК 3-78

ББК 74.58

С 23

Казахстанско-Немецкий Университет (DKU), 2020

Образовательная поездка для изучения лучших практик использования возобновляемых источников энергии с целью повышения осведомленности и накопления опыта молодых исследователей

RENEWABLE ENERGY TRIP 2020

Редакторы:

Трофимов Герман Геннадьевич, д.т.н., профессор, эксперт Федерального реестра экспертов научно-технической сферы Министерства образования и науки Российской Федерации

Кобзев Алексей Петрович, менеджер проектов по возобновляемой энергетике, Казахстанско-Немецкого Университета

Чучвага Николай Алексеевич, к.т.н., преподаватель Казахстанско-Немецкого Университета

Сборник кейсов лучших практик использования ВИЭ в Казахстане, - Алматы, ТОО «Литера-М», 2020. – 72 стр.

ISBN 978-601-80837-4-7

Кейсы лучших практик подготовлены участниками Образовательной поездки «Renewable Energy Trip 2020» к объектам возобновляемых источников энергии. Образовательная поездка была организована Казахстанско-Немецким Университетом (DKU), под руководством Алексея Кобзева, менеджера проектов по ВИЭ, при поддержке Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU); и Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, являясь германской федеральной компанией, GIZ оказывает поддержку правительству Федеративной Республики Германия в реализации поставленных им задач в сфере международного сотрудничества в целях содействия устойчивому развитию; в рамках International Climate Initiative (IKI), а также при содействии Министерства энергетики Республики Казахстан и Казахстанской ассоциации солнечной энергетики.

This expedition and publication are part of the overarching GIZ program “Capacity Development for climate policy in the countries of South East, Eastern Europe, the South Caucasus and Central Asia, Phase III” This project is part of the International Climate Initiative (IKI). The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) supports this initiative on the basis of a decision adopted by the German Bundestag.

УДК 3-78

ББК 74.58

ISBN 978-601-80837-4-7

© Казахстанско-Немецкий Университет

© ТОО «Литера-М»

СОДЕРЖАНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУСТОРОННИХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ «НУРА NEVEL»	4
СОЛНЕЧНАЯ СТАНЦИЯ ГОРОДА САРАНИ - КАК ПРОЕКТ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА КАЗАХСТАНА.....	10
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ.....	19
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ «BAUKONUR SOLAR».....	25
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	32
ВЕТРОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ «АСТАНА EXPO-2017».....	39
РАЗВИТИЕ ВИЭ В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ, МАЛАЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ МЕРКЕНСКАЯ ГЭС-3.....	47
ПЕРВАЯ ВЕТРОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ ВБЛИЗИ ГОРОДА ЕРЕЙМЕНТАУ.....	56
ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ МАЛОЙ МОЩНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОХРАНИЛИЩА ИНТУМАК В КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	64

ДАРБАЕВ АНВАР АСКАРОВИЧ,
*Магистрант Университета Лидс, Великобритания,
Экологическая Инженерия и Проектный Менеджмент
Cn19ad@leeds.ac.uk
Нур-Султан, Казахстан*

КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУСТОРОННИХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ «НУРА NEVEL»

Аннотация

Данная работа является частью образовательного проекта Renewable Energy Trip 2020, поездки-посещения объектов ВИЭ Республики Казахстан, организованной Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при прямом содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). Для кейса лучших практик данная работа рассматривает проект СЭС «Нура Nevel» и использование двусторонних солнечных модулей на данной электростанции.

Цель данной работы – описание технологии двусторонних модулей, а также ее эффективности в различных регионах Республики Казахстан. Первая часть работы описывает выбранную СЭС, а также всю исходную информацию проекта. Вторая же часть, представляет критическое описание самой технологии с кратким обзором релевантной литературы. В заключение, данная работа представляет краткий вывод, в котором рекомендовано использовать описанную технологию двусторонних панелей в паре с технологией солнечного трекинга. В дополнение, рекомендовано использовать данную технологию в регионах со светлыми, солончаковыми почвами. Данная статья может быть полезна для будущего ознакомления специалистам и заинтересованным в сфере фотовольтаики в контексте локальных условий Республики Казахстан.

Ключевые слова: фотовольтаика, солнечная панель, солнечная электростанция, возобновляемые источники энергии, альтернативные источники энергии, энергетика, двусторонние модули.

ВВЕДЕНИЕ

Солнечная электростанция (далее – СЭС) «Нура Nevel» расположена в Целиноградском районе Акмолинской области близ поселка Кабанбай Батыра. Местность, в которой расположена СЭС, отличается резко-континентальным климатом с большими амплитудами между летними и зимними средними величинами, +19°C и -15°C. Годовой максимум ветра 20-30 м/с [1]. Количество энергии солнечной инсоляции в выбранной локации 1265 кВт [2].

Установленная мощность изучаемой СЭС 100 МВт с использованием 268 тысяч модулей производства «Nevel» 375 кВт за каждый модуль, производство Россия, с занимаемой площадью 300 Га [3]. Прогнозируемая мощность электростанции 150 млн кВт/ч. СЭС «Нура Nevel» была запущена в марте 2020 года с рекордным сроком строительства в 6 месяцев [3]. Владелец данного проекта является местное представительство Российской компании «Хевел» ТОО «Nevel Казахстан». Строительство СЭС осуществляется как за счет собственных средств так же и заемных средств Евразийского банка развития – в размере 65.2 млн евро [4]. Строительство данной электростанции позволит избежать 79.5 тысяч тонн выбросов CO₂ в год. Вся выработанная электроэнергия поступает в единую муниципальную электросеть Республики, повышая качество и улучшая структуру электроснабжения Акмолинской области. Данная электростанция функционирует на основе договора фиксированного тарифа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ СЭС «НУРА NEVEL»

На выбранном проекте был выявлен ряд инновационно-технических практик, таких как применение гетероструктурных солнечных модулей с высоким пороговым значением преобразования солнечной энергии, а также низким температурным коэффициентом. Также, на станции применяются «умные» инверторы компании «Huawei» (рис.1), мощностью 185 кВт, которые позволяют мониторить и контролировать работу целых рядов солнечных панелей с мобильного устройства через сеть Wi-Fi. Инвертор - это устройство для преобразования прямого тока, образующегося в результате фотовольтаического эффекта, в переменный [5].



Рис.1 «Умный» инвертор «Huawei»

Однако, данная работа нацелена на описание такой практики как применение двусторонних солнечных модулей для повышения общей энергопродуктивности станции в условиях более северных регионов Казахстана.

Суть технологии заключается в том, что с их помощью электричество добывается с обеих поверхностей модулей, увеличивая общую выработку. Продуктивность двусторонних модулей зависит от нескольких факторов: двусторонние солнечные модули доказали свою эффективность в условиях с высоким диффузным компонентом глобального облучения [6]. В дополнение эффективность системы зависит от угла модулей относительно отражающей поверхности [7]. А также, как самый главный фактор, необходимо учитывать рефлекторные свойства окружающей среды (песок, глина, трава, снег) в дополнение к высоте панелей от поверхности земли. В результате применения двусторонних модулей, общая продуктивность всей фотовольтаической системы может быть повышена на 10-20% [8] и иногда даже до 30% [9]. В следствие вышеназванных преимуществ двусторонние модули позволяют увеличивать продуктивность станций без увеличения занимаемой площади, что в свою очередь является одним из самых актуальных проблем для солнечной энергетики на данный момент [9].



Рис.2 Тыльная сторона двусторонних солнечных панелей

На изучаемой станции «Нура Nevel» применяются гетероструктурные двусторонние модули, которые по заявлениям компании производителя имеют на 30% больше продуктивности по сравнению с односторонними аналогами [10]. Именно гетероструктурная технология является оптимальной для использования в двусторонних модулях, так как эффективность использования возможностей тыльной стороны ячеек Nevel превышает 90%, что значительно выше показателей других фотоэлектрических технологий, в том числе одной из самых распространенных на рынке технологии PERC, в которых коэффициент двусторонности обычно не превышает 70%. Это означает, что тыльная сторона гетероструктурных модулей Nevel вырабатывает почти такое же количество электроэнергии, что и лицевая сторона [10]. Согласно исследованию проведенному Rodríguez-Gallegos et al., (2018), двусторонние модули доказали свою лучшую эффективность в широтах свыше 40° в сравнение с односторонними аналогами, что соответствует широтности Казахстана [11]. Согласно проведенному анализу, СЭС «Нура Nevel» единственная станция на данный момент, применяющая данную технологию в производственных масштабах на территории Республики Казахстан.

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате критического анализа, будущим подобным проектам, с применением двусторонних панелей, рекомендовано использовать систему одноосного солнечного трекинга, то есть, систему слежения панелей за траекторией солнца. Согласно исследованию, проведенному Rodríguez-Gallegos et al., (2020) [12] двусторонние модули на 35% эффективнее в комплексном применении с одноосной и двуосной трекинг системами, что на 16% снижает себестоимость произведённой единицы электроэнергии (LCOE) в сравнении с традиционными PV-системами.

Также, данной работой рекомендовано применение двусторонних модулей в регионах с почвой с повышенными рефлекторными способностями, а именно Кызылординская область, с ее солончаковой и песчаной почвой. Согласно исследованию Russell et al., (2017) [13], производительность двусторонних модулей на 5.2% выше в окружении белых песков из-за повышенного альбеда для рассеянного света (diffused wave-length depended albedo).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1]. Kazhydromet. Климат Казахстана по областям - Казгидромет [Electronic resource]. 2020. URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/klimat-kazahstana-po-oblastyam> (accessed: 07.10.2020).
- [2]. Solargis. Global Solar Atlas, World. 2017. Vol. 2019, № February 24,. P. 2016.
- [3]. Hevelsolar. Солнечная электростанция «Нура» (Республика Казахстан) - группа компаний «Хевел» [Electronic resource]. 2020. URL: <https://www.hevelsolar.com/projects/solnechnaya-elektrostantsiya-nura-respublika-kazakhstan/> (accessed: 06.10.2020).
- [4]. ЕАБР. Солнечную электростанцию мощностью 100 МВт открыли в Казахстане – Евразийский Банк Развития [Electronic resource]. 2020. URL: https://eabr.org/press/news/solnechnuyu-elektrostantsiyu-moshchnostyu-100-mvt-otkryli-v-kazakhstane/?sphrase_id=86367 (accessed: 07.10.2020).
- [5]. Готтлиб И.М. Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы. Москва: Постмаркет, 2000.
- [6]. Singh J.P. et al. PERFORMANCE INVESTIGATION OF BIFACIAL PV MODULES IN THE TROPICS Advanced TCOs View project CIGS solar cells and mini-modules: Establishment of an R&D pilot line in Singapore and associated industry-relevant device research View project PERFORMANCE INVESTI. 2012.
- [7]. Matsukuma K., Morita K., Warabisako T. Performance simulation for bifacial silicon solar cells // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. North-Holland, 1994. Vol. 34, № 1–4. P. 141–148.

- [8]. Sánchez-Friera P. et al. Development and characterization of industrial bifacial PV modules with ultra-thin screen-printed solar cells // 22nd EUPVSEC Milan. 2007. P. 2–5.
- [9]. Hezel R. Novel Applications of Bifacial Solar Cells // Prog. Photovoltaics Res. Appl. 2003. Vol. 11, № 8. P. 549–556.
- [10]. Hevelsolar. Производственная мощность завода составляет более 340 МВт/год высокоэффективной продукции [Electronic resource]. 2020. URL: <https://www.hevelsolar.com/kz/proizvodstvo/> (accessed: 08.10.2020).
- [11]. Rodríguez-Gallegos C.D. et al. Monofacial vs bifacial Si-based PV modules: Which one is more cost-effective? // Sol. Energy. Elsevier Ltd, 2018. Vol. 176. P. 412–438.
- [12]. Rodríguez-Gallegos C.D. et al. Global Techno-Economic Performance of Bifacial and Tracking Photovoltaic Systems // Joule. Cell Press, 2020. Vol. 4, № 7. P. 1514–1541.
- [13]. Russell T.C.R. et al. The Influence of Spectral Albedo on Bifacial Solar Cells: A Theoretical and Experimental Study // IEEE J. Photovoltaics. IEEE Electron Devices Society, 2017. Vol. 7, № 6. P. 1611–1618.

АЛУА ЖОЛҒАЗЫ ҚАНАТҚЫЗЫ,
*Студент бакалавриата Назарбаев Университета, Казахстан,
Электрическая и Электротехническая Инженерия
alua.zholgazy@nu.edu.kz
Нур-Султан, Казахстан*

ИСМАИЛОВА АЙЗАДА НУРЖАНОВНА,
*Выпускница программы магистратуры Назарбаев Университета, Казахстан
Инженерный менеджмент
aizada.ismailova1@gmail.com
Нур-Султан, Казахстан*

КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК: СОЛНЕЧНАЯ СТАНЦИЯ ГОРОДА САРАНЬ - КАК ПРОЕКТ ДИВЕРСИФИКАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Данная работа является частью образовательного проекта Renewable Energy Trip 2020, поездки-посещения объектов ВИЭ Республики Казахстан, организованной Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при прямом содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). В результате поездки, для кейса лучших практик данная работа рассматривает проект СЭС Сарань и использованные технологии на данной электростанции.

Цель данной работы – изучение использованных практик на объекте СЭС Сарань и исследование факторов, способствовавших реализации проекта. Первая часть работы описывает выбранную СЭС, методы производства энергии и используемые на станции технологии. Вторая часть представляет финансовые и экономические механизмы, позволившие реализовать проект. В заключение, данная работа представляет краткий вывод и влияние станции на экосистему ВИЭ в Казахстане. В дополнение, добавлены дальнейшие планы компании и рекомендации для реализации этих идей. Данная статья может быть полезна для будущего ознакомления специалистам и заинтересованным в сфере ВИЭ в контексте локальных условий Республики Казахстан.

Ключевые слова: технология glass-glass, солнечная панель, солнечная электростанция, возобновляемые источники энергии, энергетика.

ВВЕДЕНИЕ

Сарань – шахтерский город, находящийся в непосредственной близости к угольным шахтам. Город Сарань находится в равнинной местности с пологоволнистым и слабо всхолмленным рельефом. Климат в местности резко-континентальный с умеренно жарким летом и морозными снежными зимами. Растительность выгорает за лето. Согласно метеорологической оценке, в переходные сезоны года климатические условия в городе Сарани отмечаются резкой сменой температурного режима в течение суток. Резко-континентальный климат создает эффект естественного охлаждения панелей, что повышает их эффективность. Также, специфика местности предотвращает образование пыли на поверхности панелей [1].

Солнечная станция находится рядом с поселками Финский и Угольный, относящимися к городу Сарани. Жители поселков держат скот. До реализации проекта маршрут движения скота во время выпаса пересекал территорию солнечной станции. Компанией ТОО «SES Saran» были приняты меры по устранению преград для выпаса скота - был организован проход вдоль ограждения шириной 5 метров [2].

Все дальнейшие анализы в этом отчете основаны на использовании базы данных Global Solar Atlas, разработанной Группой Всемирного банка и Solargis. Согласно данным из открытых источников, средняя годовая сумма прямого облучения составляет 1362 кВтч/м². Средняя годовая температура воздуха: 4°С. Оптимальный угол наклона солнечных панелей: 38°. Средняя годовая сумма инсоляция под оптимальным углом составляет 1552 кВтч/м² [3].

Проектирование и строительство солнечной станции реализовано компанией ТОО «SES Saran». Компания ТОО «SES Saran» была учреждена германской компанией Joachim Goldbeck Holding GmbH. В текущее время ТОО «SES Saran» обеспечивает эксплуатацию и обслуживание солнечной станции.



Рисунок 1. СЭС Сарань

Реализация строительства была начата в июне 2018 года, и 31 декабря 2018 была полностью завершена. Было задействовано порядка 500 человек временных работников, которые были представлены гражданами РК, Украины, Польши, Германии. 9 января 2019 года был осуществлен коммерческий запуск с выдачей электроэнергии. Площадь станции составляет 160 гектар, где размещено 360 тысяч солнечных панелей. Суммарная мощность станции составляет 100 МВт. Общая стоимость проекта по данным на 2018 год составила 140 млн евро. По данным ЕБРР, финансирование Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) составило 52 млн. 700 тыс. долларов США [4]. Также, Зеленый климатический фонд инвестировал в проект 22,2 млн долларов США [5]. Станция производит электроэнергию с тарифом 36 тенге за один киловатт. Учитывая данный тариф, срок окупаемости проекта составляет 8 лет.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ СЭС САРАНЬ

Станция генерирует 600 МВт/день в хорошую солнечную погоду. Объемы генерируемой энергии соответствуют прогнозируемой мощности (экономической модели). За 1 квартал 2019 года превышение генерации электроэнергии составило 25%.

Каждая солнечная панель в 330 Ватт вырабатывает 37 Вольт и 8 Ампер постоянного тока. Провайдером технологии является компания Canadian Solar. Технология фотоэлементов glass-glass – безрамочные солнечные панели с двойным стеклом. Выработанное напряжение со всех панелей входит в сумматоры и далее направляется в инверторную станцию. Инверторные станции с повышающими трансформаторами преобразуют постоянный ток в переменный. С панелей выходит напряжение 1500 Вольт, инверторные станции с помощью повышающих трансформаторов повышают напряжение до 30 кВ. Далее ток направляется на подстанцию 110 кВ, где повышающий трансформатор преобразует напряжение от 30 кВ до 110 кВ. Далее по линиям передач электроэнергия передается потребителям. Данные с оборудования (с солнечных панелей, инверторов и другого оборудования) поступают на автоматизированные рабочие места, где команда по мониторингу и ремонту может видеть инсоляцию, работу каждого инвертора в отдельности.

Диспетчер ведет оперативные переговоры с региональным сетевым оператором и энергопередающей компанией. Ремонтная бригада осуществляет мониторинг работы станции, основываясь на данных, поступающих на автоматизированные рабочие места. При возникновении необходимости замены или ремонта оборудования - ремонтная бригада выезжает на место. Ремонтная бригада также обслуживает солнечную станцию Агадырь.

Также на станции осуществляется топографическая съемка с воздуха с помощью дронов для наблюдения за панелями. Использование дронов позволяет осуществлять наблюдение за каждой панелью (тогда как инвертор видит строки из нескольких панелей) и оперативно реагировать в случае технических сбоев.

Рассматривая вопрос прогнозирования метеоданных, как отметил руководитель проекта Евгений Гребенников, до 10:00 утра каждого дня компания предоставляет прогнозные данные по выработке электроэнергии системному оператору. Компанией одновременно применяются два инструмента прогнозирования: пилотный проект USAID по прогнозированию метео-данных и программа Метео-контроль. Программа Метео-контроль использует программных роботов, которые становятся умнее каждый день, так как учатся на основе ежедневно поступающих данных по генерации. Прогнозы корректируются и становятся точнее каждый день. Повышение точности прогнозирования метеоданных и исключение технических ошибок является приоритетным вопросом для дальнейшего развития отрасли.

Стоит отметить, что компания провела за свой счет линию для подключения к региональному сетевому оператору. Исторически на территории поля, где построена солнечная станция, находилась линия ВЛ-35. Когда возникла необходимость переноса старой линии, компания сама проинвестировала создание новой линии, понимая чувствительность вопроса для сетевого оператора.

Рассматривая вопрос очищения панелей от осадков, в целом на станции ситуация со снежными заносами не является критичной. Только определенные локации станции зимой заносит снегом. Закуплены новые тракторы для очистки проходов между панелями и проездов до инверторных станций. Для зимы подготовлены щетки для очищения снега, которые будут крепиться на тракторы (Рисунок 2).

Чистка и мытье панелей не производится. Как видно на рисунке 3, в конструкции солнечных панелей отсутствуют традиционные алюминиевые рамы. Данная технология называется “glass-glass”, что способствует самоочищению поверхности солнечных панелей от пыли, снега и защищает от образования наледи [6]. Технология glass-glass представляет собой конструкцию в виде «сэндвича», в которой фотоэлементы размещены между двух стекол [7]. Двойное стекло защищает фотоэлементы от механических воздействий, влаги и возможных повреждений. Внутреннее стекло защищает конструкцию от коррозии. Как отметил генеральный директор ТОО «SES Saran» Евгений Гребенников: «Как только утром начинается генерация, сразу весь снег или иней, который может образоваться за ночь, тает».



Рисунок 2. Щетки для чистки снега



Рисунок 3. Панели, созданные по технологии glass-glass

ФИНАНСОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ, ПОЗВОЛИВШИЕ РЕАЛИЗОВАТЬ ПРОЕКТ:

Законом Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 4 июля 2009 года № 165-IV определены цели, формы и направления поддержки использования ВИЭ. В последующих годах были внесены дополнения и изменения в некоторые законодательные акты РК по вопросам перехода к «зеленой» экономике. Положениями Закона:

1. Введены основные инструменты поддержки ВИЭ:

1.1. Фиксированный тариф.

Фиксированные тарифы утверждаются Правительством Республики Казахстан на 15 лет для каждого вида ВИЭ, поддержка которых предусмотрена документами Системы государственного планирования Республики Казахстан.

1.2. Индексация фиксированного тарифа.

Утвержденные фиксированные тарифы ежегодно индексируются в порядке, определяемом Правительством Республики Казахстан, а именно происходит: 1) индексация тарифа к волатильности пары доллар-евро при волатильности 20%; 2) индексация с учетом инфляции.

2. Создан резервный фонд:

Для организации стабильных выплат из расчетно-финансового центра (РФЦ) создан резервный фонд для поддержки ВИЭ. Денежные средства резервного фонда используются для покрытия кассовых разрывов и задолженности РФЦ перед энергопроизводящими организациями, использующими возобновляемые источники энергии [8-11]. РФЦ является единым закупщиком возобновляемой энергии, следовательно, затраты ВИЭ были интегрированы в цены для условных потребителей.

Генеральный директор компании являлся членом рабочей группы и непосредственно принимал участие в разработке Концепции перехода РК к Зеленой экономике. Принятие закона о ВИЭ, следовательно, возможности привлечения национальных и международных инвесторов, создание нового стимулирующего тарифа и поддержка ЕБРР (при разработке Соглашения о закупках электроэнергии [СЗЭ]), создают стабильные условия для инвестиций в проекты ВИЭ в Казахстане, а также способствуют развитию «зеленой» энергетики и успешной реализации проекта СЭС Сарань.

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проект способствует достижению Казахстаном цели по увеличению доли производства электроэнергии из возобновляемых источников до 3% к концу 2020 года, 6% – к 2025 году и 10% – к 2030 году [12-14]. Также, Карагандинская область исторически является угольным регионом. Следовательно, проект решает проблему высокой зависимости региона от угольной промышленности. Успешная реализация проекта является примером лучшей практики и стимулирует дальнейшее развитие возобновляемой энергетики в Карагандинской области и РК.

Согласно плану развития региона, в Карагандинской области до 2025 года будут введены новые производственные мощности. Так к 2025 году в области планируется удвоить объем инвестиций в проекты обрабатывающей промышленности, высокотехнологические и наукоёмкие производства и технические услуги [15]. Ввиду строительства в регионе новых промышленных объектов, ожидается рост потребности в электроэнергии. Во избежание образования энергетического «вакуума» важным является создание новых источников энергии в регионе. Таким образом, «SES Saran» вносит вклад в создание стабильного энергетического баланса в регионе и в стране.

Также, кейс СЭС Сарань указывает на важность закладывания дополнительных средств на инфраструктуру подключения к центральным линиям и другие дополнительные затраты при инвестировании в объекты ВИЭ.

У компании есть планы дальнейшего строительства гибридных станций. К примеру, рассматривается возможность совмещения солнечных станций:

- 1) с ветровыми электростанциями;
- 2) с гидроэлектростанциями;
- 3) с аккумуляторными накопителями;
- 4) с газотурбинными установками.

Создание гибридных станций позволит осуществлять маневрирование и балансирование мощностей. Технологические решения по созданию гибридных станций в мире существуют [16]. Однако в РК необходима проработка экономических и регуляторных вопросов для создания привлекательных условий для инвесторов для создания гибридных станций. Одним из наиболее важных вопросов является определение цены на электроэнергию при производстве энергии из нескольких возобновляемых источников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Сакиев К. З. и др. Оценка метеорологических условий города Сарань // Экология и гигиена. – 2015. – УДК 613.611:574 // <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-meteorologicheskikh-usloviy-goroda-saran/viewer> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [2] SES Saran. Солнечная электростанция «Сарань». Краткое содержание оценки воздействия // Solarnet // http://solarnet.energy/wp-content/uploads/2018/09/Saran_Solar_Plant_NTS_RU.pdf (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [3] Global Solar Atlas // 2020 // <https://globalsolaratlas.info/map?c=50.007739,68.027344,4&s=52.268157,47.8125&m=site> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [4] SES Saran // European Bank for Reconstruction and Development. – 2018 // <https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/ses-saran.html> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [5] Usov A., Bennett V. EBRD, GCF boost Kazakh green power generation // European Bank for Reconstruction and Development. – 2018 // <https://www.ebrd.com/news/2018/ebrd-gcf-boost-kazakh-green-power-generation.html> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [6] Glass-Glass Modules Vision // Solarwatt // <https://www.solarwatt.com/solar-panels/glass-glass> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [7] Маринец С. Солнечные батареи с двойным стеклом “glass-glass” // Solar Soul // <http://solarsoul.net/solnechnye-batarei-s-dvojnym-steklom-glass-glass> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [8] Законодательство ВИЭ // Региональная программа USAID «Энергия будущего» // <http://ptfcar.org/законодательство/> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [9] ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: О поддержке использования возобновляемых источников энергии (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2018 г.) // <https://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/laws/1421.pdf> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [10] ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: О поддержке использования возобновляемых источников энергии (с изменениями и дополнениями по состоянию на 07.12.2020 г.) // https://online.zakon.kz/document/?doc_id=30445263 (был доступен 23 декабря 2020 года)

- [11] Интервью Генерального директора ТОО «SES Saran» Евгения Гребенникова
- [12] SES Saran // European Bank for Reconstruction and Development. – 2018 // <https://www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/ses-saran.html> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [13] Солнечную электростанцию запустили в Карагандинской области // Atameken Business. – 2019 // <https://inbusiness.kz/ru/news/solnechnuyu-elektrostanciyu-zapustili-v-karagandinskoj-oblasti> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [14] Развитие сектора ВИЭ в Казахстане // Корем – Казахстанский оператор рынка электрической энергии и мощности // https://eabr.org/upload/iblock/68e/KOREM-_Ilyas.pdf (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [15] В Карагандинской области к 2025 году планируют удвоить объём инвестиций // Informburo. – 2020 // <https://informburo.kz/special/v-karagandinskoj-oblasti-k-2025-godu-planiruyut-udvoit-obyom-investiciy.html> (был доступен 23 декабря 2020 года)
- [16] Hybrid Solutions // GE Power. – 2017 // <http://content.gepower.com/pw-hq/Hybrid%20Solutions%20Brochure/files/assets/common/downloads/Hybrid%20Solutions%20Brochure.pdf> (был доступен 23 декабря 2020 года)

БЕКПЕРГЕНОВА ЖУЛДЫЗАЙ БОРОНБАЕВНА,
Докторант Китайской Академии Наук,
Экология
zhuldyzai_bb@mail.ru
Нур-Султан, Казахстан

КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Данная работа была выполнена на основании информации полученной при участии в образовательной поездке по посещению возобновляемых источников энергии (ВИЭ) Республики Казахстан Renewable Energy Trip 2020, который был организован Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при прямом содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). В результате поездки, для данного кейса лучших практик была рассмотрена солнечная электростанция (СЭС) «Бурное Солар».

Целью данной работы является изучение экологичности и эффективности данной СЭС.

В первой части работы описывается выбранная СЭС. Во второй части описывается технология, применяемая на данном СЭС, в третьей части описывается особенности экологичности использования солнечных панелей. В заключении, представлена информации положительных экологических и социальных последствиях развития ВИЭ на территории страны.

Ключевые слова: солнечная панель, солнечная электростанция, возобновляемые источники энергии, электроэнергия, окружающая среда, парниковые газы.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, примерно 80% всей электроэнергии в Казахстане получают путем использования органического топлива [1], которое в свою очередь является источником поступления в окружающую среду таких веществ как диоксид азота, серы и оксида углерода. Выбросы углерода в результате использования энергии выросли на 0,5%, это на половину меньше 10-летнего

среднего роста на 1,1% в год, что частично нейтрализует необычно сильный рост в 2018 году (2,1%) [2]. Перечисленные загрязняющие вещества приводят к загрязнению атмосферного воздуха и образованию парникового эффекта и изменению климата, к выпадению кислотных осадков, а также к образованию смога. Образование выше перечисленных проблем в свою очередь приводят к снижению продукции сельского хозяйства и образованию мировой продовольственной проблемы, к снижению площадей пашни и переходу земель из категории слабо засушливых земель в засушливые и образованию пустынь.

Следующей проблемой влияния на состояние окружающей среды электростанций, работающих на твердом топливе является образование большого количества золошлаковых отходов (ЗШО), так как большинство теплоэлектростанций используют уголь с высокими показателями зольности, которые варьируют от 30% (Карагандинский уголь) до 45% (Экибастузский уголь) [3]. Золошлаковые отвалы ТЭС имеют радиоактивный характер. Золоотвалы ТЭС, кроме отчуждения земель, могут загрязнять и атмосферу – пылением хранящейся золы и гидросферу – фильтрацией водорастворимых тяжелых металлов через ложе золоотвала в грунтовые воды, оказывая угнетающее воздействие на окружающую среду не только в зоне их расположения, но и далеко за пределами [4]. Их токсичность напрямую воздействует с живыми организмами, что ведет к торможению развития и вымиранию экосистемы, а также негативно влияет на здоровье человека. Следующей не маловажной проблемой, возникающей от деятельности теплоэлектростанций, является сокращение исчерпаемого и не возобновляемого полезного ископаемого – каменного угля. Мировая добыча угля увеличилась в 2018 году на 250 млн тонн, увеличившись на 3,3%, что примерно соответствовало темпам роста в 2017 году, что составляло 1 035 012 млн тонн. Однако, несмотря на два года значительного роста, уровень добычи все еще был на 162 млн тонн ниже пикового уровня добычи в 2013 году [5].

Каждый из этих проблем являются глобальными и основным способом предотвращения дальнейшего поступления выше перечисленных газов и отходов в окружающую среду является развитие возобновляемых источников энергии.

СЭС Бурное Солар расположено на пастбищах южных склонов предгорья хребта Каратау в районе бассейна реки Терис в 2,7 км севернее от ближайшего населенного пункта Нурлыкент. Площадь объекта составляет 150 Га на Бурное Солар 1 и 77 Га на Бурное Солар 2. Прямое нормальное облучение на исследуемой местности составляет 1711 кВтч / м² в год, самые высокие показатели наблюдаются в летний период с июня по август месяц и в сумме составляет 727 кВтч / м² [6]. Средняя скорость ветра в Жамбылской области

составляет 1,9 м/с, максимальная средняя скорость ветра наблюдается в весенний период и составляет 2,5 м/с.

Солнечная электростанция «Бурное Солар 1, 2» будучи одной из первых и крупнейших в Казахстане решает следующие проблемы:

1. Увеличение генерации электроэнергии в южном энергодефицитном районе страны.
2. Развитие сектора ВИЭ.
3. Снижение негативного влияния на окружающую среду.
4. Экономия органического топлива.
5. Снижение выбросов парниковых газов.
6. Устойчивое развитие.
7. Зеленая экономика

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ СЭС «БУРНОЕ СОЛАР»

Общая мощность СЭС Бурное Солар 100 мВт. В общем на изученной электростанции используется 377366 штук солнечных панелей. Были использованы два вида панелей монокристаллические и поликристаллические, в свою очередь монокристаллические были произведены «Solar World» (Германия), особенностью технологии SolarWorld Efficell заключается в нанесении диэлектрического слоя с микроотверстиями, сделанными лазером между кремнием и алюминия за счет этого контакт происходит, именно, через эти микроскопические отверстия. Такая технология позволяет увеличить поглощающую способность фотоэлемента, снизить перегрев в солнечном элементе и способствует отражению уже сгенерированных электронов в зону p-n перехода [7].

Поликристаллические (производство КНР «Jinko Solar») панели установленные под углом 30°, произведены по новой технологией, которая повышает производительность модулей, придает более эстетичный вид, делая их идеальными для установки на крыше. Панели обладают высоким коэффициентом полезного действия 20,38 %. Прогрессивное текстурирование поверхности стекла и фотоэлемента позволяет добиться высоких характеристик производительности в условиях тусклого освещения.

Гарантийный срок выше описанных панелей составляет 25 лет, но даже по истечению 25 лет, эффективность панелей будет составлять минимум 80%.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Реализация проекта СЭС приведет к сокращению выбросов парниковых газов, путем замещения «грязной» энергии на «чистую» [8], и данный метод производства солнечной энергии можно считать экологически чистым. При этом способе производства электрической энергии отсутствуют выбросы в атмосферу, а также загрязнение воды или почвы. Никакие горючие ископаемые не сжигаются во время эксплуатации станции. Основной негативной стороной можно отметить дальнейшая утилизация отработавших или вышедших из строя панелей или сопутствующего оборудования. Данная проблема в Казахстане не стоит остро, так как для нас этот источник получения электроэнергии является новым и в связи с этим количество отходов, образовавшихся в результате эксплуатации СЭС можно отнести к нулю. Так же данная проблема не отражена в законодательствах РК, ни в Экологическом Кодексе РК от 2007 года [9] ни в Законе Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» [10]. Однако, Международное агентство возобновляемой энергетики (IRENA) и Международное энергетическое агентство (МЭА) в 2016 году опубликовали совместный доклад о стратегии утилизации солнечных модулей [11].

Структура экономики замкнутого цикла и классические принципы сокращения отходов 3R (сокращение, повторное использование и переработка) также могут быть применены к фотоэлектрическим панелям [12]. Среди них предпочтительным вариантом является сокращение количества материала в фотоэлектрических панелях и, следовательно, повышение эффективности. Сильный рост рынка, дефицит сырья и понижающее давление на цены на фотоэлектрические панели способствуют более эффективному массовому производству, сокращению использования материалов, замене материалов и новым, более эффективным технологиям. Это способствует сокращению использования материалов на единицу генерации. Вариант повторного использования следует за вариантом сокращения. Это включает в себя различные способы ремонта и повторного использования. Переработка является наименее предпочтительным вариантом (кроме утилизации) и происходит только после того, как были исчерпаны первые два варианта. Он обеспечивает обработку фотоэлектрических панелей и может открыть доступ к сырью для производства новых фотоэлектрических панелей или других продуктов [13].

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результатом проекта СЭС мощностью 50 МВт станет сокращение выбросов парниковых газов на 63 282,24 т CO² в год или 1 582 056 т CO² в течение продолжительности проекта, т.е. 25 лет [14] и эти показатели соответствуют Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» (2013 г.) в которой стоят задачи снижения относительно текущего уровня выбросов углекислого газа в электроэнергетике на 15% к 2030 г. и на 40% к 2050 г., а также достижения уровня выбросов оксида серы и азота в окружающую среду до европейского уровня выбросов к 2030 г. [15], а так же план принятый на конференции по климату в Париже COP21 производить до 50 процентов электроэнергии из возобновляемых источников энергии к 2050 году в Казахстане [16] и Закону Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» [10].

Внедрение возобновляемых источников энергии позволяет обеспечить чистой зеленой электроэнергией население южного региона страны, сократить поступление загрязняющих веществ в окружающую среду, которые могут вызвать различные заболевания у населения, а также частично может решить проблемы безработицы региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1.] [sovremennoe-sostoyanie-elektroenergetiki @ eigroup.kz.](#)
- [2.] BP. Statistical Review of World Energy globally consistent data on world energy markets . and authoritative publications in the field of energy The Statistical Review world of World Energy and data on world energy markets from is The Review has been providing. 2020. P. 66.
- [3.] Стратегическая экологическая оценка (СЭО) Концепции развития топливно - энергетического комплекса Республики Казахстана до 2030 года Отчет по определению сферы охвата СЭО. 2018.
- [4.] Sidorova G., Krylov D., Yakimov A. Environmental Impact of Coal Plants on the Environment // Вестник Забайкальского Государственного Университета. 2015. Vol. 9, № 124. P. 28–38.
- [5.] IEA. COAL INFORMATION: OVERVIEW (2019 edition) // Int. Energy Agency. 2019. Vol. 53, № 9. P. 1689–1699.
- [6.] Info S. □Report generated: 27 Dec 2020. 2020. P. 1–3.
- [7.] [25650-что-такое-perc-solnechnye-elementy @ profidom.com.ua.](#)
- [8.] [vetrenyi_2015_god_privel_k_pereproizvodstvu_zelenoi_energii_v_evrope @ www.cleandex.ru.](#)
- [9.] КОДЕКС РК ОТ 09_01_2007 № 212-III.

- [10.] ЗАКОН РК ОТ 04_07_2009 № 165-IV.
- [11.] Stephanie Weckend, Andreas Wade, Garvin Heath. End of Life Management Solar PV Panels. 2016. 100 p.
- [12.] Экономика замкнутого цикла и здоровье.
- [13.] Chowdhury M.S. et al. An overview of solar photovoltaic panels' end-of-life material recycling // Energy Strateg. Rev. Elsevier Ltd, 2020. Vol. 27. P. 100431.
- [14.] index @ bs-1.kz.
- [15.] @ adilet.zan.kz.
- [16.] Соглашения С. Парижское Соглашение 2015 Г. Р. 1–19.

КАЛМАНОВА ГУЛЬЖАН КАЙЫРБЕКОВНА,
Докторант кафедры: «Водное хозяйство и землеустройство»
НАО «Кызылординский университет имени Коркыт Ата»
Kalmanova1974@mail.ru

ЯГМУРОВ ФАРХАТ,
Магистрант Казахстанско-Немецкого Университета,
Интегрированное управление водными ресурсами
Farhat_19.91@mail.ru
Алматы, Казахстан

КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ «BAUKONUR SOLAR»

Аннотация

Данная работа является частью образовательного проекта Renewable Energy Trip 2020, поездки-посещения объектов ВИЭ Республики Казахстан, организованной Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). В результате поездки, для кейса лучших практик данная работа рассматривает СЭС «Baukonur Solar» и использование солнечных энергетических панелей для обеспечения снижения дефицита электроэнергии в Кызылординской области.

Цель данной работы – описание технологии солнечных модулей, а также их эффективности в различных регионах Республики Казахстан. Первая часть работы описывает выбранную СЭС, а также всю исходную информацию о проекте. Вторая часть, представляет критическое описание самой технологии с кратким обзором релевантной литературы. В заключение, данная работа представляет краткий вывод, в котором рекомендовано использовать описанную технологию панелей в паре с технологией солнечного трекинга. В дополнение, рекомендовано использовать данную технологию в регионах со светлыми, солончаковыми почвами. Данная статья может быть полезна для ознакомления специалистам и заинтересованным в сфере фотовольтаики в контексте локальных условий Республики Казахстан.

Ключевые слова: фотовольтаика, солнечная панель, солнечная электростанция, возобновляемые источники энергии, альтернативные источники энергии, энергетика, двусторонние модули.

ВВЕДЕНИЕ

«Baikonur Solar» («Байқоңыр Солар») - компания является совместным проектом АО «Baiterek Venture Fund» (Республика Казахстан) и UG Energy Ltd. (Великобритания) по строительству и производству электроэнергии из альтернативных источников энергии.

Солнечная электростанция «Байқоңыр Солар» является одним из первых объектов возобновляемой энергетики, для строительства которой привлечены только специалисты из Республики Казахстан. Площадь занимаемого участка солнечной электростанции составляет 150 га.

Проектом предусмотрена установка 14 инверторных подстанций марки Sungrow, около 151 тыс. фотоэлектрических модулей марки JinkoSolar, которые имеют 17.26% эффективности, а также подстанция 220/20 кВ. Прогнозная годовая выработка электроэнергии – 73 млн кВт*ч. [1].

Солнечная электростанция (далее – СЭС) «Baikonur Solar» расположена в Кызылординской области близ поселка Шиели.

Кызылординская область - один из динамично развивающихся и перспективных регионов Казахстана. На территории общей площадью 226 тыс. кв. км сосредоточен огромный потенциал минерально-сырьевых ресурсов: запасы цинка(15,1%), свинца(9,6%), урана (13,7%), нефти, газа и конденсата (4,7%). Природа щедро наградила край и солнечной энергетикой, использование которой, с каждым годом становится все популярнее. С переходом экономики Казахстана на «зеленые рельсы», этот вопрос становится сверх актуальным.

На данный момент в Кызылординской области объем потребления электроэнергии сохраняется на высоком уровне: большая часть приходится на крупные градообразующие предприятия. Власти региона успешно проводят работу по модернизации электросетей и подстанций, обеспечивая бесперебойную подачу ресурса.

По мнению международных экспертов, солнечная энергетика, успешно используемая во всем мире, в перспективе заметно потеснит традиционные источники, оставив в прошлом километровые линии электропередач, а вместе с ними и зависимость потребителей от центральных поставщиков. И Кызылординская область, где солнце активно почти триста дней в году, имеет богатейший в этом отношении потенциал. Так, жители отдаленных аулов постепенно переходят на использование в хозяйстве инновационных солнечных батарей, производимых в Казахстане предприятием «Astana Solar», входящем в группу компаний АО «НАК» Казатомпром». [2].

Фотовольтаика - новая для нашей страны отрасль, суть которой заключается в преобразовании солнечной энергии в электрическую, при помощи

фоточувствительных элементов. Инновационный потенциал, которым обладает один фотоэлектрический модуль сложно переоценить. Сфер для его применения великое множество – от уличного освещения, до питания бытовых приборов. Приобретая такое оборудование однажды, потребитель получает источник бесперебойного электроснабжения, за который не нужно каждый месяц платить по тарифу.– ***«Использование солнечной энергии для питания маломощных потребителей, какими являются жители сел и фермеры, это самый дешевый и долговечный способ получения электроэнергии, так как гарантия на вырабатываемую мощность солнечных батарей составляет 25 лет. Это новые технологии получения энергии для Казахстана – за этим будущее. Потребуется определенные вложения в самом начале, как в любое новое дело, но потом будет полная обеспеченность бесплатной и автономной энергией»***, - говорит о преимуществах использования альтернативной энергетики, генеральный директор компании «Astana Solar» Вячеслав Советский. [3].

Важным достоинством фотоэлектрических модулей является простота обслуживания. Несложный механизм без вращающихся частей, не требует особого ухода, кроме периодической очистки поверхности панелей. Модуль работает бесшумно и абсолютно безопасен для окружающей среды, так как не производит никаких углекислотных и других токсических испарений. Кроме того, солнечные панели вырабатывают электричество, которое можно накапливать в аккумуляторных батареях и использовать в зависимости от емкости последних. [4].

Распространение альтернативной энергетики в Казахстане приветствует и государство. По недавно принятому закону - потребителю из бюджета будет возмещаться 50% от стоимости установок по использованию возобновляемых источников энергии, при суммарной мощности не более пяти киловатт. Адресная помощь выплачивается после ввода в эксплуатацию установки по использованию возобновляемых источников энергии. В документе есть лишь одна оговорка – оборудование для выработки энергии должно быть выпущено именно в Казахстане. Таким образом, власти поддерживают и получателей энергии, и ее производителей. [5].

Распространение солнечных батарей в регионах, где есть проблемы с энергоснабжением, может превратить, к примеру, ныне энергетически зависимую Кызылординскую область в одну из главных точек роста «зеленой экономики». [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ СЭС «БАЙКОНУР SOLAR»

Цель проекта – предоставить региону стабильный и не наносящий ущерба окружающей среде и обществу источник возобновляемой электрической энергии для сокращения дефицита электроэнергии, дальнейшего экономического развития и создания новых рабочих мест. Хотя количество созданных рабочих мест для неквалифицированного персонала будет невелико, наличие СЭС может привести к передаче знаний и подтолкнуть выпускников местных школ к получению целевого образования.

Проект стоимостью 23 миллиарда тенге реализован за 7,5 месяцев благодаря привлечению иностранных инвестиций. Это один из первых энергетических объектов, к строительству которого привлекли только казахстанских специалистов. На территории в 150 гектаров установили 151 тысячу солнечных панелей и 14 инверторных станций. Их обслуживанием занимаются свыше 20-ти человек. Производственная мощность солнечной электростанции - 50 мегаватт в час. По словам специалистов, выработанного объёма хватит, чтобы покрыть дефицит энергии в областном центре и в соседних районах.

В результате инвестиционной поддержки АО «Baiterek Venture Fund» (дочерняя компания АО «Казына Капитал Менеджмент») в размере 58 783 000 тенге окончено строительство солнечной электростанции «Байканыр Солар» мощностью 50 МВт в Кызылординской области

Строительство в Казахстане новой солнечной электростанции было начато в начале года в 130 километрах от космодрома Байконур.

Общий размер финансирования проекта «Baikonur Solar» составил **4 242 000 000** (четыре миллиарда двести сорок два миллиона) тенге и был произведен в два этапа.

Общая стоимость проекта строительства солнечной электростанции составляет **25 млрд тенге**. В проекте также учувствуют Европейский банк реконструкции и развития предоставляя заём в сумме **9,8 млрд тенге**, Фонд чистых технологий суммой **около \$10 млн** и Азиатский банк развития предоставил кредит в размере **до \$11,5 млн в тенге**.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ «BAIKONYR SOLAR»

Байконурская СЭС мощностью **до 50 МВт** расположена в Кызылординской области. Производимая ею чистая энергия по близлежащим высоковольтным линиям электропередачи направляется потребителям в окрестностях СЭС, включая город Кызылорду.

Реализация проекта «Baikonur Solar» позволила создать в Кызылординской области дополнительные рабочие места и привлечь иностранные инвестиции, а также снизить ежегодные выбросы CO₂ **на 75 тысяч тонн**.

Проект направлен на создание системы возобновляемых источников электрической энергии в регионе, развитие которого сдерживается дефицитом электроэнергии. Проекту была присвоена категория Б ЕБРР, эко- и социо- анализ (ЭСА) не выявил каких-либо проблем, которые потребовали бы пересмотра категории. ЭСА подтвердила, что ожидаемые экологические и социальные последствия от реализации Проекта характерны только для данного объекта или являются кратковременными, а также, что Проект сможет соответствовать Требованиям к реализации проект ЕБРР, а также требованиям АБР, включенным в Положение о политике по защитным мерам (2009), Стратегию социальной защиты (2001) (Social Protection Strategy), Политику АБР по вопросам гендера и развития (1998), а также Политику связей с общественностью (2011). [7].

Проект реализован ТОО «Байконур Солар» (далее Компания). На огороженной территории площадью 150 га установлено 200 000 фотоэлектрических панелей под фиксированным углом, 33 пары инверторов PV Vox RT, подключенные к подстанции через 10кВ подземный кабель к существующей воздушной линии в 220 кВ, которая находится в 100м от участка. Территория огорожена забором высотой 2м из проволочной сетки с полимерным покрытием с зазором для прохода небольших животных и освещением, установленным по периметру. Между панелями сделаны проходы шириной 4,5 м из песчано-гравийного покрытия. Поскольку бетон доставлялся из Кызылорды, потребовалось минимальное количество воды для пылеподавления и т.д. Чистка панелей не требуется. Участок в 150га из государственного резерва арендован у Шиелинского районного акимата на 49 лет. На территории земли отсутствуют здания, культурные и археологические объекты или места отдыха. После введения в эксплуатацию 6 специалистов следят за работой СЭС, а 2 охраняют территорию в 12-часовые смены. Согласно местному законодательству Проекту присвоена категория опасности 4, малоопасная. Деятельность в сфере охраны здоровья, окружающей среды и социальные показатели будут контролироваться на региональном уровне.

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данный проект имеет практическую значимость, т. к. оборудование и приборы, основанные на энергосберегающих технологиях, потребителем востребованы как никогда. Во-первых, Кызылординская область характеризуется резко континентальным климатом, для которой характерны продолжительное, жаркое, сухое лето и малоснежная ветреная зима. Годовой приход суммарной солнечной радиации - 5500-6000 МДж/м² в год. Средняя температура января - минус 9,4⁰С, абсолютный минимум - минус 38⁰. Средняя температура июля: +26,3⁰С, абсолютный максимум: +46⁰С. Среднегодовая температура 9,1⁰С. 60% осадков выпадает с декабря по апрель. В июне-октябре осадки выпадают от 3 до 9 мм в месяц, а в мае и ноябре - до 12-13 мм. Летом испаряемость с поверхности земли в 20 раз превышает количество выпадаемых осадков. Среднегодовая скорость ветра составляет 4,3 м/с. Преобладающее направление ветров - северо-восточное. [8].

Во-вторых, срок службы солнечных батарей — более 30 лет. Окупаемость считается обычно на срок 5-10 лет. То есть, это говорит о том, что после этого срока можно будет получать от солнечных батарей практически бесплатную энергию. [9]. Замены потребуют только электронные устройства (солнечные контроллеры, сетевые или батарейные инверторы) — через примерно 15 лет. Если есть в системе аккумуляторы, то их тоже придётся заменять через определённый интервал времени — в зависимости от глубины разряда и от количества циклов периодичность замены колеблется от 3 до 12 лет. Поэтому система с сетевыми фотоэлектрическими инверторами без аккумуляторов является предпочтительной — она требует минимального обслуживания и наиболее надёжна. [10].

В третьих, есть несколько переменных, которые могут повлиять на окупаемость солнечных панелей:

- Инфляция будет увеличивать тарифы на электроэнергию. А при эксплуатации солнечных электростанции инвестирование приходится лишь единожды на покупку, демонтаж оборудования. Далее, в течение всего периода эксплуатации солнечных панелей можно выйти на чистую прибыль;
- Увеличение цен на электроэнергию будет влиять на то, сколько денег можно будет сэкономить солнечными батареями на счетах за электроэнергию. Чем выше будет цена, тем больше экономия;
- Цена на солнечные панели и их установку в валюте постепенно падает, так как большинство потребителей постепенно переходят на ВИЭ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1]. Бабкина А. "В Казахстане строят солнечную электростанцию" 2012-11-23. [Электрон. ресурс]. URL: <http://centralasiaonline.com>
- [2]. Solargis. Global Solar Atlas, World. 2017. Vol. 2019, № February 24,. P. 2016.
- [3]. Солнечные электростанции. [Электрон. ресурс].2013. URL: <http://aenergy.ru>
- [4]. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии // - СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. - 224 с.
- [5]. Avantgarde – SEEPX, 2017. Видение развития сектора электроэнергетики РК до 2050 года
- [6]. Правительство РК, 2013. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» к 2050 году
- [7]. ООН. Green Bridge Partnership Program 2011-2020
- [8]. Kazhydromet. Климат Казахстана по областям - Казгидромет [Electronic resource]. 2020. URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/klimat-kazahstana-po-oblastyam> (accessed: 07.10.2020).
- [9]. Елистратов В.В. Использование возобновляемой энергии // - СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. - 224 с.
- [10]. Готтлиб И.М. Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы. Москва: Постмаркет, 2000.

АМАНОВ МЕЙЛИС МЕРДАНОВИЧ,
Магистрант Казахстанско-Немецкого Университета, Алматы,
Интегрированное управление водными ресурсами
info@dku.kz
Ашгабад, Туркменистан

КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Данная работа является частью образовательного проекта Renewable Energy Trip 2020, поездки-посещения объектов ВИЭ Республики Казахстан, организованной Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). В результате поездки, был подготовлен кейс лучших практик и данная работа рассматривает Капчагайскую СЭС которая содействует снижению дефицита электроэнергии в Алматинской области.

Цель данной работы – описание технологии монокристаллических, полукристаллических и трекерных модулей, и их сравнения между собой на выгодность технологий, а также описание существующих проблем и путей их решения. Первая часть работы описывает выбранную СЭС, а также всю стартовую информацию проекта. Вторая же часть, представляет критическое описание самих технологий с кратким обзором литературы по теме. В заключении, данная работа представляет краткий вывод, в котором рекомендовано использование описанных технологий монокристаллических, полукристаллических панелей в паре с технологией солнечного трекинга. Данная статья может быть полезна для ознакомления специалистам и заинтересованным в изучении сферы использования солнечных панелей.

Ключевые слова: солнечная панель, солнечная электростанция, возобновляемые источники энергии, альтернативные источники энергии, энергетика, монокристаллические модули, полукристаллические модули, трекерные модули.

ВВЕДЕНИЕ

Капчагайская солнечная электростанция (далее – СЭС) находится в городе Капчагай, в Алматинской области Казахстана. Территория, на которой расположена СЭС, представляет равнину с грядовыми и барханными песками. Самым холодным месяцем является январь, температура которого колеблется в пределах $-11, -13^{\circ}\text{C}$, а самый теплый месяц июль, температура его на севере достигает 25° [1]. Средняя годовая скорость ветра составляет 4,39 м/с [2]. Количество энергии солнечной инсоляции в выбранной локации 1560 кВт [3].

По словам главного инженера, проект станции включает строительство солнечного парка на участке площадью 7 Га, с мощностью 25 МВт (общая мощность 150 МВт). Установленная мощность станции 2,41 МВт. Солнечная электростанция была построена в 2017 году, и в декабре того же года начала своё функционирование [4]. Инициатор проекта - «КҮН КҮАТЫ», а оператором солнечной электростанции является ТОО «Samruk-Green Energy» [5]. Общая проектная стоимость станции составила 27,7 млрд тенге. Собственные средства ТОО «ENEVERSE KUNKUAT», инвестированные в объект — 10,4 млрд. тенге. Также для финансирования проекта привлечены заемные средства АО «Банк Развития Казахстана» (10,8 млрд. Тенге) и финансовый лизинг АО «БРК-Лизинг» (6,5 млрд тенге) [5]. Строительство данной электростанции позволит избежать 7.5 тонн выбросов CO_2 в год [6]. Данная электростанция осуществляет продажу электроэнергии Расчетно-финансовому центру по поддержке возобновляемых источников энергии, и функционирует на основе договора фиксированного тарифа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ КАПЧАГАЙСКОЙ СЭС

Солнечная электростанция состоит из 5616 модулей. На СЭС используются 2 типа панелей, это монокристаллические, которые были установлены в начале реализации проекта, а также новые поликристаллические панели. Монокристаллические модули для Капчагайской электростанции производились в Словении, компанией BISOL group (рис 1.). Кроме того, используются инверторы, которые, представляет собой устройство, позволяющее преобразовывать постоянный ток, полученный от солнечных батарей в переменный ток. Инвертор, наряду с аккумулятором, является «обязательным» элементом солнечных энергетических систем. Инверторы произведены компанией SMA, Германия. Более того, на станции используются поворотные трековые панели. Трекеры предназначены для отслеживания положения солнца и ориентирования несущего механизма таким образом, чтобы получить максимальный КПД

(коэффициент полезного действия) от солнечных батарей. Далее мы подробно познакомимся с функциями этих установок.

Первые рыночные монокристаллические модули появились в середине прошлого века и являются наиболее «прогрессивными» модулями на рынке сегодня. Как следует из названия, солнечные элементы сделаны из монокристалла чистого кремния. Разработчики используют метод Чохральского для формирования слитка, чтобы постепенно вырастить кристалл кремния из расплава [7]. Преимуществом монокристаллических модулей является их высокий КПД (современные модули имеют КПД до 22%), таким образом, в силу её эффективности, они занимают меньше места по сравнению с другими типами солнечных модулей [8]. Более того, монокристаллические модули многолетние - большинство производителей дает как минимум 25 лет гарантии на такие панели [7].

Как уже отмечалось, помимо монокристаллических модулей, на станции есть модули из фотоэлементов на основе поликристаллического кремния. Впервые поликристаллические фотомодули (мультикристаллические солнечные панели) представили на мировом рынке в 1981 году. Поликристаллы создаются путем постепенного охлаждения расплавленного кремния. Такая технология обходится дешевле, чем искусственное создание монокристаллов, однако, на краях поликристаллов может присутствовать зернистость, что приводит к снижению их эффективности [9]. Поликристаллические имеют производительность 18%. Преимуществом поликристаллических модулей является, их стоимость, так как, создать поликристаллические модули намного легче, чем монокристаллические модули [7]. Такие модули были установлены на станции в этом году, как улучшение и расширение уже имеющейся станции, для увеличения мощности. По словам главного инженера, поликристаллические модули производились в Казахстане, компанией «Astana Solar».

Функция трекера предельно проста — по нескольким датчикам контроллер определяет оптимальное положение для солнечной батареи и заставляет серводвигатель поворачивать платформу с устройством в нужную сторону [10]. Солнечные трекеры значительно увеличивают производительность энергии в сравнении с фиксированным размещением на неподвижных металлоконструкциях - до 30 - 40% [11]. Мощность трекерных панелей в Капчагайской СЭС составляет 1400 кВт. Каждая панель на трекерах по 250 Ватт. Как уже отмечалось, установленная мощность станции 2,41 МВт, из этих 600 кВт выдают трекерные панели. Главной опасностью для трекеров являются сильные ветра, которые могут опрокинуть солнечные панели вместе с опорными мачтами (Рис. 3).

Основной проблемой на территории электростанции является борьба с растущей травой. Это связано с тем, что тень панелей держит влагу, и трава начинает расти. В связи с этим, каждый раз приходится косить траву, а это необходимо, так как трава является пожароопасным элементом. Кроме этого, в связи с тем, что станция находится, в открытой местности, поднимается ветер, и панели покрываются пылью, это является еще одной проблемой. Решением для первой проблемы может быть, изредка выпускать скот на территорию станций. Для решения второй проблемы, необходимо приобретение специальной машины, которая помогает почистить панели. Такие машины также используются на солнечной электростанции «Сарань», которая находится в Караганде (Рис. 4).

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате критического анализа можно сделать вывод, что принципиальным отличием поликристаллических от монокристаллических панелей, является неоднородная структура и окрас. Это связано с примесями и тем, что в первичном составе содержатся кристаллы разного типа. Еще одним различием двух типов панелей является цена. Стоимость монокристаллического оборудования немного выше, так как, процесс изготовления таких устройств дороже и сложнее. Также, монокристаллические панели компактны, не требуют много места, кроме этого, они более долговечны. Однако, поликристаллические панели меньше подвержены влиянию изменения температуры, чем монокристаллические модули [7].

Также, важно отметить, что трекерные панели эффективнее, чем перечисленные 2 типа панелей, так как, КПД трекерных панелей намного выше. Однако, у трекерных панелей значительно больший вес и рабочая площадь. В связи с этим, они более подвержены опасности в условиях ветра, который может разрушить конструкцию. Но, следует также отметить, что в данной электростанции имеется 2 датчика ветра, измеряющие скорость ветра, если ветер свыше 10 м в секунду, датчики измеряющие скорость ветра автоматически переводят трекерную часть в горизонтальное положение.

Несмотря на то, что между разными типами модулей есть различия, нет однозначного ответа, какой солнечный модуль удовлетворяет всем возможным требованиям лучше всего. Тип модуля выбирается в зависимости от характеристик объекта и требований к установке. Также, для решения бытовых проблем данной СЭС, можно обратить внимание на другие солнечные электростанции, с решениями таких проблем.



Рисунок 1. Солнечные панели



Рисунок 2. Инверторы



Рисунок 3. Трекерные панели



Рисунок 4. Оборудование для чистки солнечных панелей

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- [1] Kazhydromet. Климат Казахстана по областям - Казгидромет [Electronic resource]. 2020. URL: <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/klimat-kazahstana-po-oblastyam> (accessed: 07.10.2020).
- [2] Windgis. Global Wind Atlas, World. 2017. Vol. 2019, № February 24,. P. 2016.
- [3] Solargis. Global Solar Atlas, World. 2017. Vol. 2019, № February 24,. P. 2016.
- [4] В Алматинской области заработала солнечная электростанция мощностью 100 МВт // inbusiness.kz. — 2019. — 13 февраль.
- [5]. В Капшагае запущена солнечная электростанция // internews. — 2017. — 24 апрель.
- [6] Две солнечные электростанции запустили в Капшагае // 24хабар. — 2020. — 26 октябрь
- [7] Выбор солнечных панелей: Моно или поли? // Ваш солнечный дом. — 2020. // <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/mono-or-poly-solar-panels.htm> (был доступен 27 декабря 2020)
- [8] Сравнение монокристаллических и поликристаллических солнечных батарей // solnechnye.ru. — 2011. // <https://www.solnechnye.ru/about.htm> (был доступен 27 декабря 2020)
- [9] ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ. ДОСТУПНО И ЭФФЕКТИВНО // ALTER AIR. — 2009. // <https://alterair.ua/> (был доступен 27 декабря 2020)
- [10] Трекеры для солнечный панелей: зачем нужны и в чем их преимущество // solarpanel.today. — 2020. // <https://solarpanel.today/trekeri/> (был доступен 27 декабря 2020)
- [11] Трекерная система слежения за солнцем // MSD.com.ua Мастерская своего дела. — 1999. // <https://msd.com.ua/> (был доступен 27 декабря 2020)

МАРЖАН БАКТЫБАЕВНА БАСЕНОВА
Магистр, Манчестерский университет, Манчестер
Экологический менеджмент
bmb_85@inbox.ru
Актобе, Казахстан

КАМАРИЯ ГАБИДЕНОВНА ЖАНАБАЕВА
Инженер по эксплуатации тепловых сетей
АО “Усть-Каменогорские тепловые сети”
kamaria-kitai@mail.ru
Усть-Каменогорск, Казахстан

**КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК:
ВЕТРОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ «АСТАНА EXPO-2017»**

Аннотация

Данная работа является частью образовательного проекта Renewable Energy Trip 2020, поездки-посещения объектов ВИЭ Республики Казахстан, организованной Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при прямом содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). В результате поездки, для кейса лучших практик данная работа рассматривает проект ВЭС «Астана EXPO-2017» и использованные инновационные разработки на данной электростанции.

Цель данной работы – изучение использованных практик на объекте ВЭС «Астана EXPO-2017» и исследование факторов, способствовавших реализации проекта. Первая часть работы описывает выбранную ВЭС, материалы и методы производства энергии и используемые на станции инновационные разработки. Вторая часть представляет финансовые и экономические механизмы, позволившие реализовать проект. В заключение, данная работа представляет краткий вывод и влияние станции на экосистему ВИЭ в Казахстане и регионе. Данная статья может быть полезна для будущего ознакомления специалистам и заинтересованным в сфере ВИЭ в контексте локальных условий Республики Казахстан.

Ключевые слова: ветровая электростанция, ветропарк, ветрогенераторы, возобновляемые источники энергии, энергетика, зеленая энергетика.

ВВЕДЕНИЕ

Ветропарк «Астана EXPO-2017» расположен в 40 км от центра города Нур-Султан, в границах села Костомар Аршалынского района Акмолинской области. Аршалынский район расположен к востоку от столицы Нур-Султан, на востоке граничит с Ерейментауским районом, на юге — с Карагандинской областью, на западе и севере — с территорией города республиканского подчинения Нур-Султан. Восточную часть занимают невысокие южные отроги гор Ерейментау.

В Аршалынском районе среднегодовая скорость ветра составляет 4,1 м/с, а ежемесячная скорость ветра по району изменяется от 3,5 до 4,5 м/с. более 4,0 м/с. Расчеты показали, что среднегодовая удельная мощность ветрового потока составляет 78 Вт/м²*с, а ежемесячная величина по району изменяется от 52 до 103 Вт/м²*с. Этот диапазон изменения скорости ветра считается перспективным для применения ветроэнергетических установок. Среднегодовая скорость ветра в районе ветропарка составляет 7,9 метров в секунду. Два пусковых комплекса расположены на земельном участке площадью 119 га. Общая мощность двух комплексов, составляет 100 МВт.



Рисунок 1. Общий вид ВЭС «Астана EXPO-2017»

Проект ВЭС «Астана EXPO-2017» был реализован АО ТОО «ЦАТЭК Green Energy». ТОО «ЦАТЭК Green Energy» (ЦГЭ) был создан в 2014 году специально для реализации проектов в области ВИЭ. Дата начала строительства: 2009 г. Первая очередь введена в эксплуатацию 26 августа 2019 года. Строительство второй очереди завершилось в ноябре 2020 года, а ввели в эксплуатацию 18 декабря 2020 г. Эксплуатацию ветровой электростанции «Астана EXPO-2017» осуществляет ТОО «ЦАТЭК Green Energy».

Строительство ВЭС «Астана Экспо 2017» было реализовано с учетом опыта эксплуатации уже существующих ВЭС на территории РК, к примеру, таких как Еремантауская ВЭС. Строительным работам и установке ветрогенераторов предшествовал большой объем работ. Первоначально, в центре полученного в 2015 году земельного участка площадью 1000 га была установлена метеорологическая мачта высотой 100 метров. С её помощью на протяжении более двух лет осуществлялся мониторинг климатических параметров местности: замеры скорости, направлений ветра, давления, температуры и других показателей. В общей сложности проведено более 7 млн. ветроизмерений.

В целом на этапе строительства было задействовано порядка 130 единиц тяжелой техники, включая краны для установки турбин на 400 и 750 тонн. Территория ВЭС не огорожена. Это позволяет свободно пастись скот. Любые животные имеют свободный доступ к передвижению, что является важным экологическим фактором.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ ВЭС «АСТАНА ЭКСПО-2017»

Проектом было предусмотрено размещение 30 ветрогенераторов суммарной мощностью 100 МВт и два пусковых этапа.

Первая очередь ВЭС представлена 15 турбинами типа V112-3,3МВт производства компании Vestas – мирового лидера по выпуску ветровых турбин. Мощность каждой турбины – 3,3 МВт с режимом мощности 3,45 МВт, высота башни – 84 метра, диаметр ротора (ветроколеса) – 112 метров. Турбина состоит из трех лопастей, длина каждой лопасти достигает 55 метров. Ветровые турбины доставляли из Дании, Германии, Испании. Весь логистический маршрут занял порядка 6 тыс. км.

Каждая из ветровых установок имеет полномасштабную конверторную систему, которая контролирует не только режим работы самого генератора ветроустановки, но и контролирует качество отпускаемой электрической энергии в сеть.

После запуска первого пускового комплекса, рядом было начато строительство второй очереди. При этом на турбинах второй очереди лопасти длиннее. Длина одной лопасти составляет 57 метров, а диаметр ротора (ветроколеса) составит 117 метров. После запуска второго пускового комплекса ВЭС, общая установленная мощность станции, состоящей из двух комплексов в количестве 29 ветрогенераторов производства компании Vestas возросла до 100МВт.

Ветропарк начинает генерировать энергию при скорости ветра три метра в секунду и прекращает выработку при порывах свыше 25 метров в секунду. При этом на номинальный режим станция выходит при скорости ветра 12 метров в секунду. В случае если ветер менее трех метров в секунду, то идет потребление электроэнергии от сети. Тот же процесс происходит и при остановке турбины в условиях сильных порывистых ветров свыше 25 м/с.

Первый пусковой комплекс на 50 МВт, введенный в эксплуатацию 26 августа 2019 года, позволяет в среднем за год выработать порядка 170 млн кВт*ч. В окончательном варианте станции будет оснащена 29-ю ветрогенераторами типа V-112.

Планируемый ежегодный объем электроэнергии при выходе ВЭС на проектную мощность - прогнозный суммарный объем выработки электроэнергии составит порядка 306 млн. кВт*ч в год. Интеллектуальная система 139-метровых ветровых турбин автоматически определяет скорость и направление ветра.

Реализация проекта включала возведение таких объектов, как: воздушная линия электропередач 220 кВ общей протяженностью порядка 16 километров, повышающая подстанция 220/35/10кВ с силовыми трансформаторами мощностью 80000 кВА каждый на современном оборудовании Siemens. Осуществлено строительство объектов энергетического хозяйства включая административно-бытовой комплекс с диспетчерским пунктом управления, а также и вспомогательные площадки для обслуживания ветропарка и хранения крупногабаритных запасных частей и других инфраструктурных объектов, необходимых для обеспечения надежной эксплуатации ВЭС. Кроме того, было проложено порядка 25 километров дорог. На подстанции сбора мощности ветропарка электроэнергия повышается до напряжения 220 кВ и по ЛЭП подключена к сети АО KEGOK.

При сооружении ветровой электростанция «Астана EXPO-2017» использованы следующие инновационные разработки:

- Высокотехнологичные ветрогенераторы произведены одним из мировых лидеров ветроэнергетики – компанией VESTAS. Немаловажно отметить и то, что установленный тип турбины является единственным, в котором применяется преобразователь энергии полного цикла, благодаря чему достигается наилучшая совместимость ветровой станции с существующими сетями. Данный тип турбин применяется в странах с суровыми климатическими условиями, и является самым последним и усовершенствованным поколением оборудования VESTAS.

- В ходе реализации проекта используется комплекс новых разработок и технологий по преобразованию энергии ветра, адаптированных под климатические условия региона. Стоит отметить, что в области преобладает высокий перепад температуры от -45 зимой до +40 летом. В связи, с чем применяются такие технологии как система обнаружения наледи и низкотемпературный пакет работы. Поэтому все установленные ветрогенераторы адаптированы под холодные климатические условия региона.



Рисунок 2. Ветровая турбина ВЭС «Астана EXPO-2017»

- Значительные габаритные размеры компонентов ветровых турбин вызвали существенные трудности при их доставке. Они преодолели сложный и протяженный маршрут поставки. Сначала из портов Италии, Испании и Дании до столицы Казахстана их доставили морским путем на кораблях через Турцию и Черное море, Волго-Донский канал в район порта Самара, где перегрузили на наземный транспорт, который под конвоем привез их в пригород Нур-Султана. Доставка растянулась на более чем шесть тысяч километров. Этот маршрут доставки ветротурбин до места установки оказался самым протяженным в мире за всю историю доставки ветроустановок.

- ТОО «ЦАТЭК Green Energy» удалось достичь эффективности использования установленной мощности ветровых турбин на 40 и более процентов.
- На территории электростанции расположена собственная зона таможенного контроля.

ФИНАНСОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ, ПОЗВОЛИВШИЕ РЕАЛИЗОВАТЬ ПРОЕКТ:

Переход на использования возобновляемой энергии стимулирует рост зеленых проектов в стране, что является стратегически важным фактором для дальнейшего развития страны. В 2009 году в Казахстане был принят Законом «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В соответствии с Законом была обеспечена гарантированная централизованная покупка всей электрической энергии, производимой ВИЭ, по фиксированным тарифам.

Эксплуатирующая компания «ЦАТЭК Green Energy» планирует организовать образовательную практику и сотрудничать с высшими учебными заведениями РК для подготовки будущих специалистов в данной энергетической сфере.

Стоимость проекта для реализации первого пускового комплекса составила 45 млрд тенге. Финансирование по данному проекту было открыто в декабре 2017 года. Банком развития Казахстана (дочерней организацией Национального управляющего холдинга «Байтерек») была предоставлена кредитная линия для финансирования первого пускового комплекса на сумму 30,5 млрд тенге. Срок финансирования составил 10,5 года со ставкой вознаграждения 12,58% годовых.

Принимая во внимание успешный опыт реализации первого пускового комплекса ВЭС, Банк совместно с дочерними организациями АО «БРК-Лизинг» и DBK Equity Fund (дочерняя структура АО «Банк развития Казахстана и АО «Казына Капитал Менеджмент» приняли решение о финансировании 2 пускового комплекса ВЭС на общую сумму 23,8 млрд тенге с целью увеличения мощности электростанции до 100 МВт.

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Целью всех проектов, связанных с использованием ВИЭ, является внедрение экологически чистого производства энергии, обеспечивающего сохранение топливно-энергетических ресурсов в стране и содействующих развитию энергетического сектора на этой базе.

Практика применения ВЭС дает возможность снизить выбросы в атмосферу и обеспечить развитие зеленой энергетики в стране.

ВЭС «Астана EXPO-2017» позволит обеспечить годовое потребление энергии для более 10 тысяч семей. В ходе строительства ВЭС было создано до 300 рабочих мест. 20 местных специалистов прошли курс обучения для эксплуатации ВЭС. После ввода в эксплуатацию первого пускового комплекса организовано 15 рабочих мест. При выходе ветровой электростанции на проектную мощность численность увеличилась до 19 человек. Помимо этого, на базе административно-бытового комплекса планируется создать центр исследования энергии.

Реализация проекта способствует выполнению международных обязательств Казахстана по сокращению выбросов парниковых газов в рамках Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. ВЭС снизит выбросы парниковых газов на 230 тысяч тонн в год. ВЭС обеспечит экономию свыше 79 тысяч тонн топлива в год.

По словам специалистов ТОО «ЦАТЭК Грин Энерджи», реализация ВЭС играет значительную роль для региона и страны в целом, т.к. способствует, с одной стороны, повышению энергетической безопасности, а с другой – содействует развитию сектора альтернативной энергетики, что является приоритетом действующей государственной политики в энергетическом секторе.

Этот проект убедительно показал целесообразность решения проблем внедрения возобновляемых источников не только с целью охраны окружающей среды, но и вытеснения традиционных экологически грязных источников энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Энергия ветра на службе ветропарка «АСТАНА EXPO-2017» // Mail.kz – 2020 // <https://mail.kz/ru/news/economic/energiya-vetra-na-sluzhbe-vetroparka-astana-expo->

[2] Первый комплекс ветровой станции «Астана EXPO-2017» сдадут в эксплуатацию в середине года // Kazinform – 2019 // https://www.inform.kz/ru/pervyy-kompleks-etrovoy-stantsii-astana-expo-2017-sdadut-v-ekspluatatsiyu-v-seredine-goda_a3503429.

[3] В Акмолинской области запущен первый пусковой комплекс на 50 мегаватт ветровой электростанции «Астана EXPO 2017» мощностью 100 мегаватт // Atameken Business – 2019 // <https://inbusiness.kz/ru/news/v-akmolinskoj-oblasti-zapushen-pervyj-puskovoj-kompleks-na-50-megavatt-etrovoj-elektrostantsii-astana-expo-2017-moshnostyu-100-megavatt>

[4] Энергия ветра на службе ветропарка «АСТАНА EXPO-2017 // Zakon.kz – 2020 // <https://www.zakon.kz/5039871-energiya-vetra-na-sluzhbe-vetroparka.html>

[5] Официальный вебсайт ТОО «ЦАТЭК Грин Энерджи» // <http://www.cge.kz/>

[6] Новая ветровая электростанция "Астана EXPO-2017" запущена // Zakon.kz – 2019//<https://www.zakon.kz/4996958-novaya-etrovaya-elektrostantsiya.html>

АСАН ДАУРЕНОВИЧ КУМАРХАНОВ

*Бакалавр, Казахстанско-Британский технический университета
Специальность «Математическое и компьютерное моделирование»*

assankumarkhanov@gmail.com.

Алматы, Казахстан

КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК: РАЗВИТИЕ ВИЭ В ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ, МАЛАЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ МЕРКЕНСКАЯ ГЭС-3

Аннотация

Данная работа является частью образовательного проекта Renewable Energy Trip 2020, который был организован Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при прямом содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). Для кейса лучших практик данная работа рассматривает малую гидроэлектростанцию Меркенская ГЭС-3 в Жамбылской области и использованные инновационные разработки на данной электростанции.

Цель данной работы – изучение использования малой ГЭС как альтернативного источника энергии, рассмотрение потребностей в удовлетворении энергетических потребностей региона и преимущества использования малых ГЭС для охраны окружающей среды, а также исследование факторов, способствовавших реализации проекта. Первая часть работы описывает выбранную ГЭС, материалы и методы производства энергии и используемые на станции инновационные разработки. Вторая часть представляет финансовые и экономические механизмы, позволившие реализовать проект. В заключение, данная работа представляет краткий вывод и влияние станции на экосистему в Казахстане и регионе. Данная статья может быть полезна для ознакомления специалистам и заинтересованным в изучении сфер ВИЭ в Казахстане.

Ключевые слова: малая ГЭС, гидроэнергетика, технологии ГЭС, зеленая энергетика, охрана окружающей среды.

ВВЕДЕНИЕ

Малая гидроэлектростанция расположена в горной местности вдоль горной реки Мерке, Меркенский район Жамбылской области Казахстана, в местности с резко континентальным и засушливым климатом, приблизительно в 30 км. от села Мерке. До участка можно добраться по асфальтированной дороге, идущей по международному коридору Ташкент-Хоргос, а затем ответвляющейся к югу в сторону каменистых гор. Запущена в эксплуатацию 28 декабря 2010 г.

Проблема, которая решается применением практики. Обеспечение местных сельских жителей электроэнергией по доступной стоимости. Фактическая окупаемость проекта в 2 года при достаточно низкой цене электроэнергии в сравнении с СЭС и ВЭС делает подобные проекты привлекательнее для инвесторов понижая порог вхождения на рынок. В это же время близкая к рыночным ценам стоимость электроэнергии позволит получать высокую прибыль, в будущем дополнительно мотивируя владельцев на долгосрочную работу проекта.

Руководителем региона Канатом Бозумбаевым создаются благоприятные условия для инвестирования в объекты ВИЭ. Так, два года назад местными властями было создано ТОО «Жамбылгидроэнерго», главной задачей которого стало привлечение частного капитала в данную сферу. Проблема энергоснабжения в Жамбылской области вдвойне актуальна, если учесть то, что регион постоянно испытывает дефицит электроэнергии. Большая ее часть, около 70 процентов, до сих пор закупается за пределами области. Здесь следует учесть и другой немаловажный фактор: получать электроэнергию от ВИЭ гораздо выгоднее, так как они располагаются ближе к населенным пунктам, потребителям и, соответственно, нет больших потерь при транспортировке.

«Уже сейчас прорабатываются пути получения безопасной энергии без ущерба для окружающей среды» - отмечает Канат Бозумбаев. – «Пока в других регионах Казахстана только начинают задумываться о ее выработке с помощью солнечных лучей и ветра, у нас уже запущены пилотные проекты». Прогнозы по развитию возобновляемой энергетики в Жамбылском регионе довольно оптимистичные. Если до 2010 года установленная мощность объектов ВИЭ составляла 1,8 мегаватта, то после ввода в эксплуатацию до 2014 года всех солнечных, ветро- и гидроэлектростанций она должна превысить 188 мегаватт. Попутно откроются более четырех тысяч новых рабочих мест во время строительства и свыше 120 вакансий в период эксплуатации. Со временем Жамбылская область будет способна полностью покрывать свои потребности в

электрической энергии и даже поставлять стратегический ресурс в другие регионы страны.

Сделано для этого уже немало. С самого начала активнее всего взялись за строительство малых гидросооружений на горных реках. К примеру, в настоящее время на реке Меркенка уже стоят три ГЭС: две старые и одна введена в декабре прошлого года компанией ТОО «РемКомСтрой». В ближайшие два-три месяца планируется ввод Каракыстакской ГЭС мощностью 2,1 мегаватта в Рыскуловском районе и Тасоткельской ГЭС мощностью 9,2 мегаватта в Шуском районе. На реке Талас вблизи областного центра можно поставить две-три гидроэлектростанции общей мощностью до 10 мегаватт. Также есть намерение возвести каскад ГЭС на речке Коксай в Жуалынском районе, рядом с заповедником Аксу-Жабаглы. Инициаторы гидропроектов уверены: после запуска малых ГЭС ими будет обеспечиваться четверть всей производимой в области электроэнергии. По Жамбылской области потребность в мощности составляет примерно 350 мегаватт, и эта цифра растет. Реализация этих проектов поможет нам решить проблему энергетического дефицита в регионе. Жамбылскую область считают одним из лидеров в Казахстане по развитию возобновляемых источников энергии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ НА МЕРКЕНСКОЙ ГЭС-3

Мощность мини-ГЭС составляет 1,5 МВт (3 агрегата по 0,5 МВт). Годовая прогнозная выработка электрической энергии составляет 6,5 млн. кВт/ч. Ежедневная выработка составляет 30 тыс. кВт/ч, однако в зимнее время она падает на 30-40%. Кроме гидротехнических сооружений в эксплуатацию вводится ОРУ-35 кВ с трансформатором 35/0,4 кВ мощностью 2 тыс. кВА.

Меркенская ГЭС-3 входит в состав каскада из 3 малых ГЭС, расположенных одна за другой на расстоянии порядка 3 км.

Меркенская ГЭС-1. Мощность — 0,62 МВт, выработка в 2012 году — 3,2 млн кВт·ч, пущена в 1956 году.

Меркенская ГЭС-2. Мощность — 1,5 МВт, выработка в 2012 году — 7,45 млн кВт·ч, пущена в 1965 году. Модернизирована в 2015 году.

Меркенская ГЭС-3. Мощность — 1,5 МВт, среднегодовая выработка — 6,5 млн кВт·ч, стоимость сооружения — 237 млн тенге. ГЭС пущена 28 декабря 2010 года.

На цепочке трех малых ГЭС речная вода делится на две части, одна продолжает естественный путь другая по искусственному руслу используется

для выработки электроэнергии. Далее вода вновь объединяется в одно естественное русло, тем самым не нарушается местная экосистема. Каждая малая ГЭС представляет собой здание с генераторами, диспетчерской и парой дополнительных помещений необходимых для работы инженерного и обслуживающего персонала. Главным преимуществом данного объекта является использование деривации. В сравнении с крупными ГЭС, где используется возведение плотины, эта система не создает риски и не меняет экосистему в целом. Сбор данных и управление ГЭС происходит в диспетчерской, вся электроэнергия подается в общую сеть.

ФИНАНСОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ, ПОЗВОЛИВШИЕ РЕАЛИЗОВАТЬ ПРОЕКТ

ТОО «РемКомСтрой» инвестировало в данный проект 257 млн. тенге. Стоимость электрической энергии на шинах станции, согласно ТЭО, определена в 10,83 тенге с учетом НДС. Прогнозируемый срок окупаемости проекта составлял 7,5 лет, однако проект окупился за 2 года.

4 июля 2009 года был принят Закон РК «О поддержке использования возобновляющих источников энергии» определяющий цели, формы и направления поддержки ВИЭ. Согласно этому Закону расчетно-финансовый центр обязуется покупать электроэнергию у энергопроизводящих организаций по ВИЭ и поставленную ими в единую электроэнергетическую систему Казахстана по фиксированному тарифу.

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Возможно увеличение количества малых ГЭС вдоль всего русла горной части реки Мерке и увеличения мощности выработки электроэнергии. Практический опыт можно использовать для строительства малых ГЭС на юге и юго-востоке страны. При этом будет минимальное негативное влияние на окружающую среду.

В Казахстане необходимо развивать базу сервисного обслуживания и подготовку инженерных и рабочих кадров для обеспечения функционирования малых ГЭС. Предлагается внести предложение в МОН РК об определении базовых технических высших и среднеспециальных учебных заведений для подготовки кадров по соответствующим специальностям. Заинтересованным местным исполнительным органам совместно с работодателями формировать государственный заказ на подготовку таких кадров с обязательной отработкой

на предприятиях, также проводить курсы переквалификации и повышения квалификации. Разработать и внедрить финансовые инструменты для привлечения инвестиций и стимулирования строительства малых ГЭС, в том числе на основе государственно-частного партнерства.

Меркенская ГЭС является одним из 5 проектов поддерживаемый ТОО «Жамбыл гидроэнерго» в рамках развития ВИЭ в Жамбылской области. Помимо нее были реализованы проекты строительства Отарской солнечной электростанции (СЭС) с ТОО «КазЭкоВатт» мощностью 504 киловатта и ветроэлектростанции (ВЭС) с компанией «Изен-Су». На момент строительства объекта также планировалось реализовать еще несколько малых ГЭС доведя выработку электроэнергии в 25% от общей мощности в Жамбылской области. По предварительным расчетам владельцем Меркенская ГЭС сокращает выбросы в атмосферу на 12 тыс. т.



Рис 1. Малая Меркенская ГЭС-3



Рис 2. Совместная фотография участников



Рис 3. Электрогенераторы малой ГЭС



Рис 4. Технические характеристики оборудования



Рис 5. Место подачи электроэнергии в общую электросеть



Рис 6. Место выхода потока воды от генераторов



Рис 7. Место впадения воды из искусственного канала в естественное русло реки



Рис 9. Естественное русло реки

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

[1] http://ns.zhambyl.gov.kz/index.php?action=news&type=&lan=rus&page=16&news_id=193

[2] https://online.zakon.kz/document/?doc_id=30445263#pos=227;-48

[3] <https://kursiv.kz/news/kompanii/2010-12/v-zhambylskoy-oblasti-vvedena-v-ekspluataciyu-merkenskaya-ges-3>

[4] <http://www.climate.kz/rus/?m=html&cid=77>

[5] <http://magnolia.kz/articles/939-na-puti-k-zelenoy-ekonomike.html>

[6] https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31315723#pos=9;6

АНСАР СЕРИКОВИЧ БЕРДЫГОЖИН

PhD студент Университет Стратклайд, г. Глазго, Великобритания

Специальность «Электрический инжиниринг»

ansar.hve@gmail.com

Нур-Султан, Казахстан

КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК: ПЕРВАЯ ВЕТРОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ В КАЗАХСТАНЕ ВБЛИЗИ ГОРОДА ЕРЕЙМЕНТАУ

Аннотация

Данная работа является частью образовательного проекта Renewable Energy Trip 2020, который был организован Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при прямом содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). Для кейса лучших практик была выбрана Первая ветровая электростанция электростанция в Казахстане вблизи города Ерейментау и использованные инновационные разработки на данной электростанции.

Цель данной работы: изучение технических параметров и условий строительства Первой ветровой электростанции Ерейментау, как альтернативного источника энергии, исследование факторов, способствовавших реализации проекта. А также изучение возможности сокращения выбросов парниковых газов и параметров технического и сервисного обслуживания для увеличения выработки энергии. Данная статья может быть полезна для ознакомления специалистов и заинтересованных в изучении сферы ВИЭ в Республике Казахстан.

Ключевые слова: ветряная электростанция, ветроэнергетика, технологии ВЭС, ветроустановка, ветропарк, энергетика.

ВВЕДЕНИЕ

Участок для ВЭС включает в себя вершины холмов, покатые склоны, незначительные ручьи, в основном текущие на север. Горный массив Ерейментау это — малые горы, которые находятся на востоке Акмолинской области. Верхняя часть и вершины холмов являются типичными степными пастбищами, а нижняя часть и долины содержат участки леса и гидрофильной

растительности. Более плоская прилегающая территория представляет собой степь с рассредоточенными водоемами.

Территория, на которой расположена ВЭС представляет собой открытый степной ландшафт с пологими холмами, с рассеянными водоемами, покрытый низкорослой травой общей площадью 1242 га, из которых в данный момент ВЭС занимает 53 гектара.

По территории Акмолинской области скорость ветра распределяется не равномерно. К тому же в течение года скорость ветра ослабевает летом и зимой, а в переходные сезоны – усиливается. Место расположения ВЭС тщательно выбирали, проводя в степях Акмолинской области ежедневный мониторинг метеоданных с ноября 2011 г. Для этого использовались метеорологические мачты высотой 50 метров.

Самым ветреным местом области является район метеостанции Ерейментау, где среднегодовая скорость ветра составляет 5,1 м/с, а ежемесячная скорость ветра изменяется от 3,3 до 6,7 м/с. Долгосрочная скорость ветра в месте установки метеомачты определена как 7,79 м/с на высоте 51 м. Расчеты показали, что среднегодовой ветроэнергетический потенциал превышает 100 Вт/м² на метеостанции Ерейментау [2]. Безветрие за год в этом районе составляет в районе 14-18%.

Максимальные скорости ветра и наибольшие порывы ветра наблюдаются в районе Ерейментау. В течение года месячные максимальные скорости ветра колеблются от 18 до 28 м/с, а порывы до 34 м/с. Поскольку при очень больших скоростях ветра ветряные установки необходимо отключать, с целью предотвращения их разрушения максимальные скорости ветра являются важным параметром.

Для реализации 2 этапа этого проекта выбран участок, расположенный в Акмолинской области к юго-востоку от города Ерейментау, примерно 130 км на восток от Астаны. Проект является вторым ветропарком компании SGE в Ерейментау, который направлен на увеличение мощности ВЭС в районе Ерейментау до 300 МВт. Площадка под строительство ВЭС расположена в 2 км к юго-западу от города Ерейментау (адм. центр Ерейментауского района), в 159 км к северо-востоку от г. Астана и в 160 км от г. Екибастуз, на высоте 354 м над уровнем моря, в зоне высоких ветровых нагрузок.

Ближайший к участку жилой объект расположен на расстоянии примерно 600 метров от ветровой установки. Поблизости от площадки проходит асфальтированная дорога. Железнодорожная станция находится в 2 км от

площадки. Рядом с площадкой проходят ЛЭП 35 кВ, ЛЭП 110 кВ и в 8 км находится системообразующая линия 220 кВ, что позволяет выдавать электрическую мощность в единую энергосистему Казахстана.

14 августа 2015 года ВЭС введена в эксплуатацию, а 11 декабря 2015 года был полностью введен в эксплуатацию Ерейментауский ветропарк, площадью 60 га, 22 турбины общей мощностью 45 МВт.



Рисунок 1. Общий вид ветропарка Ерейментау.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ НА ПЕРВОЙ ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЕРЕЙМЕНТАУ

Для строительства Первой ветровой станции 45 МВт были выбраны ветроустановки компании Fuhrlander WindTechnology мощностью 2,05 МВт, из Краматорска, которая занимается производством ветровых турбин на базе станкостроительного завода в сотрудничестве с Казахстанской энергетической компанией Samruk Energo. Было установлено 22 ветроагрегата модели Fuhrlander WTU 2.0. Это позволило обеспечить проектную мощность ВЭС - 45 МВт. Данные ВЭУ зарекомендовали себя как относительно простые в эксплуатации и ремонтируемые агрегаты.

Диаметр ротора - 93 м., высота башни – 85 м., длина лопасти 45м. Рабочая температура от -40 С до +40 С. Рабочий диапазон скорости ветра от 3 до 25 м/с. Срок службы ветроустановок - 20 лет. Годовая выработка в соответствии с ТЭО - 172 млн. кВт*ч. За 14 месяцев работы ВЭС выработала 193 млн. кВт электроэнергии.



Рисунок 2. Диспетчерский пункт управления электростанцией.

На северной границе площадки расположена электрическая подстанция, ПС «ВЭС Ерейментау 1» – 220/35кВ) с трансформатором мощностью 63000 кВА (Siemens), а также диспетчерский пункт со служебными помещениями. Данная подстанция через высоковольтную линию (ВЛ) 220 кВ, длиной 8 км, подключена к линии АО «KEGOC». Внутренняя электрическая сеть ветровой станции состоит из подземных кабелей. Для повышения напряжения и подключения к ЛЭП 220 кВ используется трансформатор Siemens, мощностью 63000 кВА. По словам энергетиков, в их планах расширить площадь станции как минимум в 2 раза.

Производственные показатели [6]

Наименование	ед. изм.	2015	2016	2017
Номинальная мощность	МВт	45	45	45
Собственное потребление	%	0,1	0,2	0,2
Фактическая выработка	млн. кВт*ч	79	152	166
Реализованная электроэнергия	млн. кВт*ч	79	152	166
Тариф	тенге/кВт*ч	22,68	22,68	26,44

Так как данная ветряная станция являлась первой ВЭС в Казахстане, то можно с уверенностью сказать, что весь проект в целом был инновационным. Коэффициент использования установленной мощности ВЭС составляет 37,6%, что является достаточно высоким показателем.

ВЭС имеет номинальную мощность 45 МВт. Ветряной парк производит 172,2 млн кВт-час в год. За 2016 год было выработано 152 млн. кВт*ч, а в 2017 года на 14 млн. кВт*ч больше. С одной стороны – этого достаточно для обеспечения электроэнергией 80 тыс. квартир, с другой стороны – позволит сэкономить более чем 60 тыс. тонн угля и повысит надежность поставок электроэнергии в регионе.

ФИНАНСОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ, ПОЗВОЛИВШИЕ РЕАЛИЗОВАТЬ ПРОЕКТ

Безработица в городе Ерейментау на период начала реализации проекта в 2013 г. составляла 13% от общего активного населения. В период строительства ВЭС Ерейментау 45 МВт было создано более 200 рабочих мест для местного населения. В период эксплуатации создано 43 постоянных рабочих мест из них 29 человек из числа жителей и из них 14 женщин. Техническое и сервисное обслуживание осуществляется согласно требованиям производителя Fuhrlander Wind Technology.

Эксперты считают, что использование ветрового потенциала позволит ежегодно экономить свыше 100 тыс. тонн угля и предотвратить вредные выбросы в атмосферу. В денежном выражении за срок чуть больше года выработали электричество на сумму 4,5 миллиарда тенге.

Кроме того, эксперты считают, что получаемая за счет работы ВЭС электроэнергия, не только позволит ежегодно сэкономить более чем 60 тыс. тонн угля и снизить вредные выбросы парниковых газов при производстве

электроэнергии, но и повысит надежность обеспечения электроэнергией региона. В целях увеличения мощности действующей станции Товариществом планируется принять участие в аукционных торгах и приступить к реализации второй инвестиционной стадии Проекта.

Начиная с 2009 году в Казахстане начался процесс активной поддержки развития сектора возобновляемой энергетики. В 2009 году был принят Закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии», направленный на развитие возобновляемых источников при производстве тепловой и электрической энергии.

В 2013 году государством был запущен механизм поддержки сектора возобновляемой энергетики, основанный на централизованной гарантированной покупке всей электрической энергии, производимой ВИЭ станциями, по фиксированным тарифам. Был создан Расчетно-финансовый центр, который осуществляет централизованную покупку и продажу всей электрической энергии, произведенной объектами ВИЭ и поставленной в электрические сети единой электроэнергетической системы Республики Казахстан.

До февраля 2018 года Механизм государственной поддержки сектора ВИЭ был основан на применении практики фиксированных тарифов. Введение фиксированных тарифов было необходимой мерой, в первую очередь, для привлечения в отрасль инвестиций и служило гарантией возврата вложенных финансовых ресурсов в реализацию проектов ВИЭ в Казахстане. Естественно, это способствовало становлению сектора возобновляемой энергетики в стране.

В Казахстане принята и реализуется концепция по переходу к «зеленой» экономике, в целях ее реализации создана законодательная база и обозначены целевые индикаторы развития сектора возобновляемой энергетики. Эта Концепция по переходу РК к «зеленой экономике» закладывает основы для устойчивого развития Казахстана посредством улучшения качества окружающей среды, качества жизни населения. Уполномоченным органом, реализующим государственную политику в секторе возобновляемой энергетики, является Министерство энергетики Республики Казахстан.

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве положительного эффекта строительства ветропарка, следует отметить значительное сокращение выбросов парникового углекислого газа при производстве энергии. Учитывая ожидаемый объем генерируемой электроэнергии 137 - 179 ГВт в год (в зависимости от типа турбины), в среднем сокращение выбросов CO₂ будет составлять 205 500 - 242 000 тонн в год. Таким образом, Ерейментауская ВЭС генерирует экологически чистую энергию, а также имеет социальный эффект, так как инженерно-технический персонал станции состоит из местных жителей.



Рисунок 3. Участники экспедиции RE Trip 2020 на площадке Первой ветровой электростанции в Ерейментау.

Их этого кейса лучшей практики можно сделать следующие выводы. Атласы скорости ветра IRENA показывают, что строительство ВЭС на большей части территории Казахстана рентабельно. Проект является частью стратегии деятельности в Казахстане по увеличению производства возобновляемой энергии с ожидаемым сокращением выбросов более чем на 150 000 тонн CO₂/год.

Кроме того, Казахстан обладает не только значительными ветроресурсами, но и территорией с протяженными линиями электропередачи, поэтому установка ветроэлектрических станций, на базе которых создаются системы распределенной генерации «Smart Greed» исключительно важны не только для производства электроэнергии и снижения выбросов, но и для повышения надежности энергосистемы. Также, из-за протяженных линии основным ограничением для электроэнергетической системы Казахстана является статическая устойчивость.

Пересмотр графиков технического и сервисного обслуживания, а также правильный выбор времени вывода ВЭС Ерейментау в ремонт в зависимости от текущей скорости ветра в реальном времени позволил увеличить выработку в 2018 г. за март (+39%), апрель (+37%) и май (+10%).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

[1] Официальный сайт первой ветряной станции
<https://pves.kz/ru/company/presentation-materials>

[2] Климатические ресурсы Акмолинской области, научно-прикладной справочник, Астана, 2017.

[3] Ветровая электростанция вблизи г. Ерейментау, Прединвестиционное Исследование. UNDP, Алматы 2008.

[4] Украинская компания запустила в Казахстане первую ветряную электростанцию. https://rodovid.me/energy/ereimentausk_vetropark_kz.htm

[5] Площадь ветровой электростанции в Акмолинской области увеличат вдвое, <https://pves.kz/ru/i31>

[6] Первый ветроэнергетический проект 45 МВт в г. Ерейментау, <http://ptfcar.org/wp-content/uploads/2018/06/Первый-ветроэнергетический-проект-45-МВт-в-г.Ерейментау.pdf>

ҚАСИЕТ АБДУКАДЫРОВА МУРАТҚИЗИ,
*Бакалавр Алматинского университета энергетики и связи,
Специальность «Электроэнергетика»,
ka.abdukadyrova@aes.kz
Алматы, Казахстан*

КЕЙС ЛУЧШИХ ПРАКТИК: ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ МАЛОЙ МОЩНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОХРАНИЛИЩА ИНТУМАК В КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Данная работа является частью образовательного проекта Renewable Energy Trip 2020, поездки-посещения объектов ВИЭ Республики Казахстан, организованной Казахстанско-Немецким университетом при поддержке Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Министерства энергетики Республики Казахстан и при прямом содействии Казахстанской ассоциации солнечной энергетики (SPAQ). В результате поездки, для кейса лучших практик данная работа рассматривает малую гидроэлектростанцию (МГЭС) Интумак плотинного типа и использованные на данной электростанции технологии.

Цель данной работы – изучение использованных практик на объекте МГЭС Интумак и исследование факторов, способствовавших реализации проекта. Первая часть работы описывает выбранную гидроэлектростанцию, методы производства энергии и используемые на станции технологии. Вторая часть представляет финансовые и экономические механизмы и методы стимуляции, позволившие реализовать данный проект. В заключение, данная работа представляет краткий вывод о выгодном интегрированном использовании водных ресурсов и решения экологических проблем республиканского масштаба. В дополнение, добавлены дальнейшие планы компании и рекомендации для реализации этих идей. Данная статья может быть полезна для будущего ознакомления специалистам и заинтересованным в сфере ВИЭ в контексте локальных условий Республики Казахстан.

Ключевые слова: источники альтернативной энергии, гидроэлектростанция, водохранилище, интегрированное управление водными ресурсами, электроснабжение.

ВВЕДЕНИЕ

МГЭС расположена на территории частично достроенной плотины на реке Интумак Нура[1]. Это в Карагандинской области примерно в 60 км к западу от города Караганды. Место нахождения гидроэлектростанции по характеру рельефа является равнинным. Климат резко континентальный и засушливый. До участка можно добраться по асфальтированной дороге, идущей по дороге Караганда - Темиртау, а затем ответвляющейся в сторону села Киевка и расположенной в 6 км выше села Интумак по течению реки. Расстояние по автодороге от города Караганды составляет 105 км.

Геологические особенности. Плотина Интумак относится к типу "плавучей" плотины (Рисунок 1). Плотина насыпи была построена на естественных аллювиальных грунтах в дне долины. Она состоит из проницаемых прослоек песков и гравия, которые опираются на менее проницаемые пласты глины, содержащие линзы илистой глины. Выветрившиеся скальные породы находятся по обе стороны плотины.

Интумакская мини-ГЭС находящаяся на территории Интумакского водохранилища расположена в 57 километрах (по прямой) к западу от города Караганды, у села Интумак на территории Абайского района Карагандинской области Казахстана. Это первая гидроэлектростанция на территории Карагандинской области.



Рисунок 1. Водохранилище Интумак.(GoogleEarth).

В 1975 году были проведены предварительные исследования и проектирование для оценки жизнеспособности строительства. В 1982 году эта идея стала еще одним толчком, когда на областном уровне было принято

решение о строительстве плотины. Плотина была построена между 1982 и 1984 годами. Плотина Интумакского водохранилища, работающего в каскаде с Самаркандским водохранилищем, и имеющим особое стратегическое значение для Казахстана используется в качестве напорного сооружения.

Реализация строительства была начата в июне 2009 года и в 2013 году была полностью завершена и сдана в эксплуатацию. Разработку технической части проекта МГЭС и работы по обустройству одного из трех водовыпусков выполнила австрийская компанией *Posch&Partners*. В реализации проекта принимали участие: Акимат Карагандинской области; РГП Карагандинский отдел водоснабжения; Бассейновое Управление реки Нура-Сарысу; АО Магистральные нефтепроводы Казахстана и Центральной Азии; и Центрально-Казахстанский институт проектирования водоснабжения.



Рисунок 2. Дамба Интумакского водохранилище

Первоначально ввод малой гидроэлектростанции планировался в 2013 году. Технический проект ГЭС был подготовлен австрийской компанией *Posch&Partners*. Пуск электростанции состоялся в 2015 году.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МГЭС ИНТУМАК

Установленная мощность МГЭС составляет 550 кВт. Она производит 4 млн кВтч в год без учета расхода электроэнергии на собственные нужды.

В машинном зале расположен синхронный генератор с мощностью 630 кВт. Тип охлаждения – водяной. Трансформатор на стороне ВН (высокого напряжения) соединен с ЛЭП и отдает в сеть электричество. Мониторинг осуществляется в диспетчерской.

Правительство Японии (с участием японских специалистов из Института Минамата) оказало техническую поддержку в разработке и реализации программы мониторинга и оценке загрязнения окружающей среды ртутью на территории Интумакского водохранилища. Была предоставлена долгосрочная поддержка по разработке и реализации комплексной программы мониторинга качества воды для устранения рисков, связанных со случайным повторным загрязнением реки остаточными отложениями ртути и по причине периодически высоких паводковых уровней.

Предполагалось, что основное назначение плотины будет заключаться в балансировке стока, создании постоянного стока вниз по течению для использования воды для водоснабжения столицы Казахстана.

Был проведен простой расчет водного баланса с учетом притока, оттока, просачивания и испарения, чтобы показать изменяющиеся уровни и объемы воды в водохранилище в течение года. Было показано, что резервуар емкостью 250 млн. м³ способен удерживать весь паводковый приток в течение среднего гидрологического года и обеспечивать приток 8 м³/с (Рисунок 4).

Плотина имеет особое стратегическое значение. Так как является источником водоснабжения города Нур-Султан (Рисунок 3).

В 1975 году были проведены предварительные исследования и проектирование для оценки жизнеспособности строительства ирригационной плотины на реке Нура близ Интумака.

В 1982 году эта идея стала еще одним толчком, когда на областном уровне было принято решение о строительстве плотины. В то время детального проекта и сметы расходов не существовало, поэтому проектирование велось параллельно со строительством. Плотина была построена между 1982 и 1984 годами. Интумакское водохранилище работает в каскаде с Самаркандским водохранилищем.

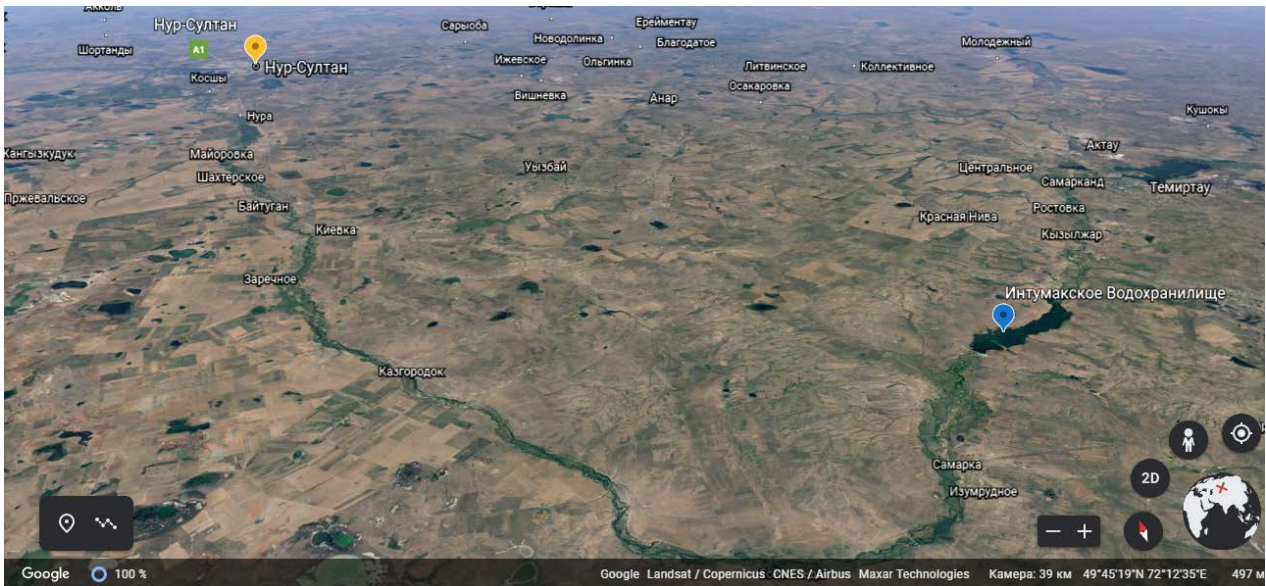


Рисунок 3 Изображение реки Нура на карте, идущей к Нур-Султану.



Рисунок 4. Постройка главной галереи, через которую поступает вода к МГЭС.

ПРОБЛЕМА, КОТОРАЯ РЕШАЕТСЯ ПРИМЕНЕНИЕМ ПРАКТИКИ

Загрязнение реки Нуры ртутью началось с августа 1950 г., когда на Карагандинском заводе СК г. Темиртау (с 1982 г. – ПО «Карбид», с начала 90-х гг. - АО «Карбид») приступили к освоению производства ацетальдегида по методу прямой гидратацией ацетилена в присутствии катализатора - сернокислой соли ртути [2].



Рисунок 5. Вид на водохранилище.

В 1997 г. производство ацетальдегида было полностью прекращено, а 1998 г. АО «Карбид» был объявлен банкротом. А территория АО «Карбид», явилась источником широкого распространения ртутного загрязнения.

На заводе существовали очистные сооружения и отстойники, где их хлорировали и освобождали от ила, выносимого из биофильтров. Кроме того, были устроены временные поля фильтрации - биологические пруды.

Осветленные сточные воды по подземным коллекторам в основном со сточными водами, отводимыми через поля фильтрации, уходили в Главную канаву сточных вод, а из нее в реку Нуру, что способствовало попаданию

различных форм ртути в реку Нура. Таким образом, во второй половине XX века химический завод "Карбид", расположенный в Темиртау, сбрасывал в Нуру опасные отходы химического производства. В результате от 300 до 1000 тонн металлической ртути, которая на заводе использовалась в качестве катализатора, попали в реку. Понимая, что загрязнённая вода могла вызвать экологическую катастрофу в Кургальджинском заповеднике, а также для улучшения качества воды для новой столицы Казахстана Астаны (название до 2017 г.), поступавшей через канал «Нура — Ишим», в 2000 годах было принято решение произвести очистку реки Нура от ртути, и с 2004 стал готовиться проект по очистке реки Нура. Основной целью проекта было уменьшение и, если возможно, ликвидация имеющегося и поступающего в реку Нура ртутного загрязнения в краткосрочной и долгосрочной перспективе, для улучшения условий жизни населения [3].

Вместе с этим решался вопрос восстановления Интумакского водохранилища, включая усиление плотины и завершение работ по водосбросу и шлюзным воротам, чтобы плотина работала как механизм контроля потока на уровне исходных производственных мощностей. Это позволяло разработать и внедрить план интегрированного управления водными ресурсами Интумакской и находящихся выше по течению Самаркандской и Шерубай-Нуринской плотин и одноименных водохранилищ.

В ходе реализации проекта произошли изменения, касающиеся бассейнового управления реки Нура-Сарысу и к первоначальному проекту была добавлена малая гидроэлектростанция на донном водосбросе. В рамках достройки и модернизации сооружений Интумакского водохранилища было решено построить малую гидроэлектростанцию мощностью 700—750 кВт и 21,2 км линий электропередач.

Сама МГЭС покрывает все собственные нужды водохранилища и избыток электроэнергии передает в ближайщие поселки. Так как часть отдаленных поселков не были электрифицированы. Например, поселок Актобе теперь питается элетричеством от мощности вырабатываемой на МГЭС Интумак.

ФИНАНСОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ, ПОЗВОЛИВШИЕ РЕАЛИЗОВАТЬ ПРОЕКТ

Средства на реализацию программы были выделены Всемирным банком. Общая стоимость проекта составила 104 млн. долл. США, в т.ч. заем - 39,1 млн.долл. США и средства республиканского бюджета - 64,9 млн. долл. США.

Заказчиком является Комитет по водным ресурсам Министерства окружающей среды и водных ресурсов. Генеральным подрядчиком был филиал в Казахстане фирмы Китайской народной республики: ООО «СиджиСи Оуверсис Констракшн Гроун Ко ЛТД». Функции консультанта и технического надзора осуществляла австрийская компания «POSCH&PARTNERS CONSULTING ENGINEERS».

В 2009 году в РК был принят Закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии», направленный на поддержку использования возобновляемых источников при производстве тепловой и электрической энергии [4].

Расчетно-финансовый центр, созданный в 2013 году осуществляет в порядке, предусмотренном Законом о поддержке ВИЭ, централизованную покупку и продажу электрической энергии, произведенной объектами по использованию возобновляемых источников энергии и поставленной в электрические сети единой электроэнергетической системы РК.

Механизм государственной поддержки сектора ВИЭ до февраля 2018 года был основан на применении практики фиксированных тарифов для гарантии возврата вложенных финансовых ресурсов. Государством были разработаны механизмы привлечения прямых иностранных инвестиции:

- единым закупщиком электроэнергии от ВИЭ является Расчетно-финансовый центр;
- инвесторам гарантируется покупка всего объема энергии ВИЭ по аукционным ценам в течение 15 лет при заключении договора покупки с РФЦ;
- аукционные цены подлежат ежегодной индексации, начиная со второго года выработки электроэнергии: 70% на изменение курса национальной валюты к конвертируемым валютам и 30% на индекс потребительских цен;
- производители ВИЭ освобождаются от оплаты услуг за передачу электроэнергии от ВИЭ;
- финансовое урегулирование дисбалансов от ВИЭ осуществляет РФЦ;
- для проведения аукционов по отбору проектов ВИЭ резервируются земельные участки и точки подключения к сети;
- законодательством предусмотрены инвестиционные преференции.

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Реализация проекта способствует выполнению международных обязательств Казахстана по сокращению выбросов парниковых газов в рамках Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

Постройка гидроэлектростанции является только дополнительным эффектом, возникнувшим в процессе реализации проекта по очистке русел рек и обеспечения водой города Нур-Султан. Одновременно с этим управление водными ресурсами и орошение в рамках программы предотвращения засухи помогает селам и небольшим населением снижая риск потопов.

На ГЭС имеется потенциал для повышения выработки мощности. При существующем объеме воды которая поступает через водохранилище является целесообразным увеличить мощность электростанции. Что в свою очередь могло бы поспособствовать более широкому электроснабжению отдаленных местностей. Поэтому можно предложить реконструкцию для перехода на большую мощность.

Нижний выпуск имеет недостаточную мощность и нуждается в модификации. Это можно сделать с помощью удаление труб из галерей и строительства нового входа с четырьмя гидравлическими затворами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

[1] Интумакская ГЭС, https://ru.wikipedia.org/wiki/Интумакская_ГЭС.

[2] М.А.Илющенко, Л.В.Яковлева, С.Хевен, Е. Лапшин, Загрязнение ртутью реки Нуры. Промышленность Казахстана. № 3 (6), 2000, С. 56-59.

[3] Кулжанов М.А., Проект по очистке реки Нура завершен, Водное хозяйство Казахстана № 6 (56) ноябрь - декабрь 2013.

[4] ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: О поддержке использования возобновляемых источников энергии (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2018 г.) // <https://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/laws/1421.pdf> (был доступен 23 декабря 2020 года)