

Наименование проекта: ИРН АР14869386 «Исследование, разработка совокупности конструкций и создание экспериментального образца автоматически управляемой парусной ветровой электростанции с качающимся рабочим органом».

Актуальность. Проблемой широко используемых турбинных ВЭС является непредсказуемость порывов ветра, скорости, часто изменяющиеся в короткие отрезки времени и ураганы. Кроме того, нижняя граница диапазона скорости ветра, при котором выходная мощность турбинных ВЭС как правило составляет 30% от номинальной больше 10 м/с. Это обстоятельство предопределяет территориальное ограничение по применению турбинных ВЭС. Например, обширные территории Казахстана и других мира имеют средние скорости ветра около 3 м/с и на этих территориях эффективное применение турбинных ВЭС невозможно. Тем самым в проекте решается актуальная проблема расширения территории использования ветровых источников возобновляемой энергетики, т.к. предлагаемая в проекте автоматически управляемых парусных ветровых электростанции (ПВЭС) предназначены для генерирования электрической энергии при скоростях ветра от 2,5 м/с независимо от случайного характера изменения направления и скорости ветра. Поэтому все потребители указанных территорий смогут иметь доступ к недорогой энергии от неисчерпаемого источника - ветра. Изготовление собственной продукции (лицензированной) в виде автоматически управляемой парусной ветровой электростанций позволит Казахстану занять свое место на мировом рынке возобновляемых источников энергии.

Проект предлагает новую технологию и технические средства эффективного преобразования энергии ветра в электрическую энергию путем применения: пространственно-движущегося паруса в виде зонта, с автоматически регулируемой парусностью, воспринимающего как подъёмную силу так и силу сопротивления ветра; применением актуаторов параллельного манипулятора для управления движения рабочего орган с помощью управляемого демпфера и для генерирования электрической энергии с помощью встроенной системы отбора мощности и встроенного генератора электрического тока. Эта технология позволит: во-первых, развивать в мире новое направление по преобразованию энергии ветра в электрическую энергию; во-вторых, позволит создать более эффективные и надежные в эксплуатации малые ветроэлектростанции, вырабатывающие электрическую энергию по доступной для потребителей цене.

Мировой рынок ВЭС получит новые высокопроизводительные автоматически управляемые ветровые электростанции по экономически выгодной цене.

Цель: исследовать и разработать совокупность конструкций для создания экспериментального образца автоматизированной малой парусной ветровой электростанции с качающимся рабочим органом использующей технологию, технические и аппаратные средства эффективного преобразования энергии ветра в электрическую энергию при изменения скорости ветра в большом диапазоне, начиная от 2.5 м/с, независимо от направления и характера изменения скорости ветра.

Ожидаемые результаты. на основе исследований, расчетов, конструкторских разработок совокупности конструкций будет создан экспериментальный образец автоматически управляемой малой парусной ветровой электростанции мощностью 5 кВт отвечающей поставленным требованиям и дающий возможность дальнейшей коммерциализации проекта.

По результатам работ будут опубликованы 2 статьи в рейтинговых журналах и в научных журналах РК. Будет издана монография и выполнены доклады на международных конференциях.

В 2022-2023 гг. были выполнены следующие работы:

Разработано устройство для проведения метео исследований, мониторинга среды воздействия. Выполнен анализ и выбор технических средств для измерения скорости и направления ветра. Проведены экспериментальные исследования динамики и характеристик ветра за месяц в г. Караганда.

Изготовлен сектор модели паруса с аэродинамическим профилем, подготовлена конструкторская документация мачты.

Получено уравнение динамики системы управления путем линеаризации и результаты анализа устойчивости системы, для анализа системы управления. Проведен анализ динамического рабочего органа (РО) с учетом случайного характера изменения скорости и направления ветра и нелинейности управления движением РО с помощью преднатяга пружин. Разработаны аппаратная и программная части подсистем и системы управления ПВЭС. Сконструирован стенд для испытания актуатора вместе с системой автоматизации управления. Построена схема и алгоритм автоматизированного управления системы. Проведен анализ динамики манипуляторного преобразователя (МП) при мощности ПВЭС 5 кВт. Проведен расчет и проектирование мачты с элементами соединения зонтов и крепления к МП. Получены исходные данные для конструирования актуаторов с возможностью масштабирования. Подготовлена конструкторская документация для изготовления мачты. Подготовлена конструкторская документация актуаторов и манипуляторного преобразователя (МП) с учетом созданного ранее опытного образца актуатора. Произведен расчет и конструирование мачты с элементами соединения зонтов и крепления к МП. Создан стенд для испытания актуатора.

По результатам проведенных НИР опубликованы:

Шоланов К.С., Омаров А.С. Описание конструкции и технологии преобразования энергии ветра электростанцией с зонтовым парусом. Вестник Торайгыров университета. Энергетическая серия. – 2022. – № 3. – С. 211-223. doi: 10.48081/OBSP7632

Sholanov K.S., Omarov A.S. Modification of Wind Power Plant with an Umbrella Sail // Reviews of Modern Science. Proceedings of the 1st International Scientific Conference. Technical Science section. Zurich, Switzerland. – 2022.

Шоланов К.С., Кабибулатов А.А. Актуатор манипулятора парусной ветровой электростанции. РСТ/KZ2023/000010 Заявка на патент WIPO парусной ветровой электростанции. Рег. № 2022/065 от 16.11.2022

Sholanov K., Omarov A., Ceccarelli M. IMPROVING EFFICIENCY OF CONVERTING WIND ENERGY IN MODIFIED SAIL WIND POWER STATION // International Journal of Mechanics and Control. Vol. 23, No. 02, 2022.

Шоланов К.С., Омаров А.С. Исследование и выбор параметров модифицированной ветровой электростанции с зонтовым парусом. В журнале Вестник Торайгыров университета. Энергетическая серия. – № 4. – 2022, – С. 211-223.

Шоланов К.С., Кабибулатов А.А. Актуатор манипулятора парусной ветровой электростанции. РСТ/KZ2023/000010 Заявка на патент WIPO.

Члены исследовательской группы:

руководитель проекта - академик НИА РК и КазНАЕН докт.техн. наук профессор Шоланов Корганбай Сагнаевич, h-index 2, Scopus Author ID 56258478400, ORCID 0000-0002-2077-7883.

исследовательская группа:

ведущий научный сотрудник **Marco Ceccarelli**, Phd, professor, University of Rome Tor Vergata, LARM2, Director, h-index 30, ResearcherID AAK-9020-2020, ORCID 0000-0001-9388-4391, Scopus Author ID: 7102783688.

Зам. научного руководителя научный сотрудник **Абжапаров Куаныш Алмабекович**, доктор PhD, h-index 1, Researcher ID AAY-6133-2020, Scopus Author ID 57189640775.

Научный сотрудник **Омаров Ануар Серикович**, доктор PhD, ORCID 0000-0001-9602-2770.

Младший научный сотрудник **Мирзабаев Берик Исламбекович**, доктор PhD, ORCID 0000-0003-1430-741X.

Информация для потенциальных пользователей.

В процессе выполнения данного проекта планируется решение следующих научных вопросов:

Мониторинг среды воздействия путем экспериментального исследования динамики и характеристик ветра;

Исследование аэродинамических характеристик паруса в виде зонта с применением ПП Solid Works и Flow Simulation и параллельным экспериментом на аэродинамической трубе;

Обобщение алгоритма силового анализа манипуляторного преобразователя для масштабирования и распространения на ПВЭС различной мощности;

Формирование динамической модели актуатора и структурной схемы нелинейной системы управления движением РО путем изменения преднатяга пружин демпфирующей системы;

Исследование динамических свойств системы управления движением РО с применением метода статистической линеаризации.