

УДК: 620.92

Белеков Т. Э., канд. техн. наук., доцент  
tbelekov1962@mail.ru  
Современный международный университет,  
Султаналиева К. К., преподаватель  
SI-kumush.80@mail.ru, ЖАГУ,  
Кыргызстан

### ТЕМПЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

В статье рассматриваются доступные пути применения технологических инноваций в ветроэнергетике, снижающих нестабильность выработки ветровой энергии. Паритет цены и производительности позволяют рассуждать нам, что этот способ получения энергии опережает традиционные с точки зрения стоимости электроэнергии. Ключевые группы потребителей электроэнергии включают в себя города, интегрирующие ВИЭ в свои планы в рамках концепции «умный город». Энергетические проекты местных сообществ, призванные расширить доступ к преимуществам ВИЭ применительно к централизованным энергосетям и за их пределами. Развивающиеся рынки, выходящие на лидирующие позиции по внедрению ВИЭ по мере своего роста, расширяют закупки ветровой энергии. По всей видимости, в дальнейшем эти тенденции будут усиливаться под влиянием двух взаимодополняющих факторов. В частности, внедрение новых технологий поможет еще значительно снизить затраты на ВИЭ и более эффективно интегрировать их в энергосистемы. Это в свою очередь позволит все большему числу потребителей использовать наиболее предпочитаемые для них источники энергии и ускорит переход на ВИЭ.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, конкурентноспособное энергоснабжение, энергоэффективность, ресурсный потенциал, глобальное потепление, микрогенерация.

Белеков Т. Э., тех. илим. канд., доцент  
tbelekov1962@mail.ru  
Заманбап эл аралык университет  
Султаналиева К. К., окутуучу  
SI-kumush.80@mail.ru, ЖАМУ,  
Кыргызстан

### ШАМАЛ ЭНЕРГЕТИКАСЫН ӨНҮКТҮРҮҮНҮН ТЕМПТЕРИ

Макалада энергияны иштеп чыгууда туруксуздукту азайтуучу инновациялык технологияларды колдонуунун жеткиликтүү жолдору каралды. Өндүрүүдө жана бааларды теңдештирүүдө энергияны өндүрүүнүн ушул жолу салттуу энергиянын баасынан алдыга кеткенин айтууга жол берет. Электр энергиясынын керектөөчүлөрдүн тобу “акылдуу шаар” концепциясынын алкагында өз пландарына

калыбына келүүчү энергия булактарын интеграциялаган шаарларды камтыйт. Жергиликтүү коомчулуктардын калыбына келүүчү энергия булактарынын артыкчылыктарына жетүүгө багытталган энергетикалык долбоорлорун борболоштурулган энерготүйүндөргө жана алардын чегинен сырткары колдонууга болот. Калыбына келүүчү энергия булактарын колдонуу боюнча алдыңкы орундарга чыккан өнүгүп жаткан рыноктор өзүнүн өсүшүнө жараша, шамал энергиясын сатып алууну кеңейтишүүдө. Мындан ары бул тенденциялар бирин бири толуктаган эки фактордун аркасында күчөй тургандыгы болжолдонууда. Атап айтканда, жаңы технологияларды киргизүү калыбына келүүчү энергия булактарына кеткен чыгымды азайтууга жана аларды энергетикалык системага бир кыйла натыйжалуу интеграциялоого шарт түзөт. Бул, өз кезегинде, көп сандаган керектөөчүлөрдүн өздөрү каалаган энергия булактарын колдонуусуна мүмкүнчүлүк берип, калыбына келүүчү энергия булактарына өтүүсүн тездетет.

**Өзөктүү сөздөр:** калыбына келүүчү энергия булактары, атаандаштыкка жөндөмдүү энергия менен камсыздоо, энергиянын натыйжалуулугу, ресурстук потенциал, глобалдуу жылуулануу, микро иштеп чыгуу.

*Belekov T., Ph.D., Associate Professor,  
Modern International university,  
Sultanalieva K. K., teacher, JAGU,  
Kyrgyzstan*

## THE RAPIDITY OF DEVELOPMENT OF WIND ENERGY

*The article discusses the available ways to apply technological innovations in wind energy, reducing the instability of wind energy generation. The parity of price and performance allows us to reason that this way of obtaining energy is ahead of the traditional ones in terms of the cost of electricity. Key groups of electricity consumers include cities integrating renewable energy into their plans as part of the smart city concept. Community-based energy projects to increase access to the benefits of renewable energy on and off the grid. Emerging markets, emerging as leaders in renewable energy adoption as they grow, are expanding wind energy purchases. In all likelihood, in the future these trends will intensify under the influence of two complementary factors. In particular, the introduction of new technologies will help to further reduce the cost of renewable energy and more effectively integrate them into energy systems. This, in turn, will allow an increasing number of consumers to use their most preferred energy sources and accelerate the transition to renewable energy.*

**Key words:** *renewable energy sources, competitive energy supply, energy efficiency, resource potential, global warming, microgeneration.*

Растущие затраты на добычу и перевозку органического топлива, ужесточение требований к окружающей среде, недостаточная пропускная способность электрических сетей, увеличение перебоев в электроснабжении и кризис в топливно-энергетическом комплексе в нашей республике требует от общества освоения новых видов энергии, одним из них которых является ветровая энергия. Масштабы развития

ветровой энергетики, намеченные с учетом реальных условий организации проектирования и строительства при нарастающем дефиците энергоресурсов, показывают, что ветроэнергетику следует рассматривать не как альтернативу большой энергетике, а как полезное ее дополнение в ограниченных размерах. В новых условиях развития энергетика пойдет на существенное удорожание строительства и эксплуатации энергетических объектов, чтобы значительно сократить вредные выбросы в атмосферу, почву и водоемы.

Потребность в энергоресурсах в Кыргызской Республике покрывается за счет 90 % электроэнергии, выработанной на больших ГЭС. При этом огромный потенциал энергоснабжения от ВИЭ, который оценивается в 35-40% от объема энергопотребления не используется совсем. Потенциал ветровых источников энергии в стране оценивается в 45 млн. кВтч\*год [8].

Раньше считалось, что получение энергии из ветра — это слишком дорогой способ, который можно применять лишь на отдельных нишевых рынках. Однако сейчас эти источники уже опережают традиционные с точки зрения стоимости электроэнергии. Их производительность также постоянно растет. Существовавшие прежде представления о том, что использование ВИЭ создает множество до сих пор не решенных проблем с интеграцией энергосетей, изменились. В частности, решению этих проблем способствуют достижения в области интеграции ветровых энергосистем. Наконец, развитие ВИЭ сегодня уже не зависит напрямую от развития поддерживающих технологий. Наоборот, в возобновляемой энергетике активно применяются инновационные разработки, позволяющие ВИЭ опережать по популярности традиционные энергоресурсы. Во многих странах мира несубсидированная нормированная стоимость электроэнергии (LCOE), получаемой с помощью наземных ВЭУ, уже фактически сравнялась или стала ниже стоимости энергии, генерируемой посредством большинства других технологий. Некоторые источники энергоснабжения, например парогазовые электростанции, обладают большей адаптивностью к графику нагрузки энергосистемы. Однако растущая доступность аккумуляторных батарей и других инноваций помогает снижать нестабильность выработки ветровой и солнечной энергии, что повышает надежность ВИЭ, необходимую для конкуренции с традиционными источниками. С точки зрения цены наземные ветровые установки уже стали самым дешевым источником электроэнергии в мире. Показатель несубсидированной нормированной стоимости ветровой энергии составляет 30–60 долл. США за 1 мегаватт-час (МВт·ч), что ниже диапазона цен на самое дешевое ископаемое

топливо — природный газ (42–78 долл. США за 1 МВт·ч). К концу 2017 года мощность наземных ветрогенераторов возросла более чем в два раза по сравнению с показателем в 216 гигаватт (ГВт), зафиксированным в 2011 году. С помощью наземных ВЭУ в 121 стране мира было произведено около 495 ГВт энергии. Лидерами стали Китай, США, Германия, Индия, Испания, Франция, Бразилия, Великобритания и Канада. При этом в указанных девяти странах для наземных ветрогенераторов был достигнут ценовой паритет с традиционными источниками энергии. В США самая низкая стоимость ветровой электроэнергии наблюдается в регионах, подверженных сильным ветрам, таких как плато Великие равнины и штат Техас, а самая высокая — на северо-востоке страны. В общемировом масштабе самые низкие цены фиксируются в девяти ведущих странах, перечисленных выше, а также в Евразии и Австралии [9].

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) стали неотъемлемой частью энергетического сектора Кыргызстана в условиях ограниченных природных ресурсов и как мера по адаптации к изменению климата. Несмотря на то, что в настоящее время тенденция использования ВИЭ в стране составляет всего 1% от общего энергетического баланса, все же есть большие перспективы разгрузить гидроэлектростанции страны за счет альтернативных источников энергии при грамотной установке и эксплуатации технологий ВИЭ. Несмотря на то, что вопросы относительно альтернативных источников энергии имеют высокую значимость в решении проблем, связанных с дефицитом определенных ресурсов в секторе энергетики страны, существуют определенные препятствия на пути эффективного внедрения ВИЭ. Одним из таких препятствий является слабая осведомленность среди лиц, принимающих решение, а также общественности, относительно выгоды использования возобновляемых источников энергии в Кыргызстане и их вклад в смягчение последствий изменения климата [1, 5].

Вопросы и проблемы энергетической безопасности с каждым годом становятся более острыми и актуальными. На сегодняшний день всю произведенную электрическую энергию в размере около 15 млрд. кВтч Кыргызская Республика потребила исключительно на собственные нужды и перешла из разряда экспортоориентированных стран в разряд импортоориентированных. Кроме того, необходимо отметить ежегодный рост внутреннего потребления электрической энергии. Зависимость от внешних поставок электрической энергии снижает энергетическую безопасность страны и поддерживает экономику стран экспортеров вместо экономики Кыргызской Республики. Таким образом, на сегодняшний день

остро стоит проблема ввода новых мощностей. В условиях дефицита крупных производящих мощностей использование возможностей ВИЭ должно быть важным направлением для обеспечения энергетической безопасности, решения проблем локального энергоснабжения и обеспечения устойчивого развития отдаленных районов страны [3].

Потенциалы энергосбережения и энергоэффективности сопровождаются экономическими, информационными, нормативно-правовыми проблемами в обществе. Ценовая и тарифная политика на энергоносители; недостаток инвестиций как у государства, так и у потребителей; недостаток взаимодействия частного сектора с государством в сфере энергосбережения; недостаточный уровень диверсификации источников энергоснабжения; слабым экономическим стимулированием энергосберегающих мероприятий составляют проблемы экономического характера. Низкий уровень информированности всех слоев общества и населения о выгодах экономного использования энергоносителей и последствиях расточительного их потребления говорят о информационных проблемах. Нормативно-правовые - Законодательство по энергосбережению, подзаконные акты, недостаточные объемы внедрения прогрессивных стандартов энергоэффективности, учет и контроль за расходами.

Концепцией развития топливно-энергетического комплекса Кыргызской Республики на 2019-2030 годы определены: устойчивое развитие энергетики, энергетическая безопасность страны и регионов, энергоэффективность реального сектора экономики, доступность энергоносителей для каждого потребителя и снижение техногенного воздействия на окружающую среду. Внедрение энергосберегающих и экологически чистых технологий и оборудования, совершенствование фискальной политики путем предоставления льгот на налоги и кредиты для развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Решение социальных проблем: достижение задач будет способствовать обеспечению надежности энергоснабжения за счет снижения нагрузок на электрические сети, снижению энергоемкости ВВП. Налаживание сотрудничества с международными донорскими организациями и климатическими фондами с целью координации и привлечения средств для решения вопросов энергосбережения и развития ВИЭ. В программу развития зеленой экономики в Кыргызской Республике до 2023 года включены вопросы справедливого доступа к природным ресурсам, распределению выгод и минимизацию рисков для различных социальных групп [10].

Согласно выработанным предложениям и рекомендациям форума [3], принимая во внимание цели Парижского соглашения, необходимо пересмотреть нынешнюю экономическую модель и взять на вооружение новые формы развития, связанные с продвижением «зеленой» политики и стратегий. Следует отметить, что в контексте устойчивого развития зеленая экономика будет генерировать рабочие места. Очевидна важность национальной политики и стратегий по обеспечению более широкого использования новых и возобновляемых источников энергии и технологий сокращения углеродных выбросов, включая более чистые технологии использования ископаемого топлива. В связи с чем вопрос увеличения доли возобновляемых источников энергии на сегодняшний день является стратегическим направлением.

Мировая практика получения энергии из возобновляемых источников набирает быстрые темпы, являясь предпочтительным источником электроэнергии для большинства потребителей и становится конкурентоспособной. Добиваясь паритета цен и производительности наравне с традиционными, возобновляемые источники энергии участвуют в балансе нагрузок на энергосети, усиливая свои конкурентные преимущества благодаря развитию новых технологий.

Низкая цена на электроэнергию, надежность поставок и снижения углеродных выбросов позволяет достичь существенных результатов по росту спроса на этот вид энергии. Применение технологий, снижающих затраты на ВИЭ являются приоритетными и эффективными при интеграции их в энергосистемы. Города и местные сообщества, призванные расширить доступ к преимуществам ВИЭ, выходят на лидирующие позиции по внедрению ВИЭ по мере своего роста в рамках концепции «умный город» [11, 12].

Основными факторами, опережающими по популярности традиционные энергоресурсы являются: стремительное приближение к сетевому паритету, возможность экономичной и стабильной интеграции энергосетей и развитие технологических инноваций.

Применение инновационных аккумуляторных батарей, снижающих нестабильность выработки ветровой энергии у наземных ВЭУ уже фактически сравнялась или стала ниже стоимости энергии, генерируемой посредством большинства других технологий.

Энергохранилища, применяемые в ВЭУ облегчают задачу управления ветровой энергией, что развивает устоявшиеся представления о преимуществах традиционных источников энергии, вызывая удивления даже оптимистично настроенных игроков отрасли и сторонних

аналитиков. Нулевые предельные издержки сопряжены при производстве электроэнергии, вытесняющих более дорогие виды установок, что ведет к снижению цен на электроэнергию. Применение инновационных технологий, такие как автоматизация, искусственный интеллект и блокчейн, а также внедрение передовых процессов управления материалами и производственными операциями могут эффективно осуществлять интеграцию ВИЭ в энергосети. Новейшие интеллектуальные производственные технологии и новые технологии аддитивного производства создают возможности для применения новых материалов. Перовскиты 3D – печать могут кардинально изменить облик ветровой энергетики. Создаются предпосылки заготовок для трехмерной печати лопасти ВЭУ, снижающих финансовые и временные затраты на производство лопастей. 3D – печать лопастей станет рубежом, позволяющим использовать новые комбинации материалов и встроенных сенсоров для оптимизации затрат и производительности, а также производить лопасти по месту нахождения установки с целью устранения логистических затрат и рисков.

Модернизацией и техническим перевооружением ВЭУ можно добиться снижения стоимости энергии на развивающихся рынках, поскольку глобальные разработчики и международные организации уже объединяются для совместной проработки различных проектов. Такие партнерства помогают разрешить проблему дисбаланса энергоресурсов. По мере роста объема ветровых энерго мощностей многие традиционные источники будут демонстрировать более низкие показатели чем ВЭУ в отношении стоимости новых традиционных электростанций в сфере их дальнейшей эксплуатации.

По мере того как альтернативные источники энергии достигают паритета цены и производительности с традиционными источниками по всему миру, демонстрируют способность повышать эффективность энергосетей и укрепляют свою конкурентоспособность с помощью новых технологий, препятствия и преграды к их внедрению постепенно исчезают. Ветровая энергия уже сейчас является одним из самых дешевых источников энергии и имеет значительный потенциал для дальнейшего развития, поскольку способствующие этому тенденции еще не реализовались в полной мере. Себестоимость возобновляемой энергии продолжает снижаться, а успешная интеграция ВИЭ идет полным ходом, получая поддержку благодаря развитию технологий, которые обеспечивают еще большую эффективность и расширяют возможности компаний.

Сегодня ветровая энергетика позволяет практически полностью удовлетворить три ключевых требования потребителей: стабильность энергопдачи, доступная стоимость и экологичность. По состоянию на 01.01.2023 г. В РФ введено в эксплуатацию ВЭС– 2 **168,1** МВт (24 электростанции) [2, 9].

Положение об условиях и порядке осуществления деятельности по выработке и поставке электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии от 30 октября 2020 года, при содействии экспертов Центра развития ВИЭ и энергоэффективности, утвержденный Правительством Кыргызской Республики представляет возможный режим работы установок ВИЭ, согласно действующей редакции «Закона о ВИЭ» Кыргызской Республики. Определены субъекты ВИЭ, изъявившие намерение или осуществляющие деятельность в сфере производства, поставки электрической энергии, выработанной с использованием ВИЭ. Определены государственные органы и распределяющие предприятия, роль, права и обязанности каждого из участников. Принятие Положения – это большой позитивный шаг в сторону повышения энергетической и экологической безопасности страны и улучшению электроснабжения за счет повышения доли возобновляемых источников в топливно-энергетическом балансе страны, создания рабочих мест при разработке, строительстве и эксплуатации ВИЭ-установок, стимулирования производства и продажи оборудования ВИЭ, а также создания условий для развития рынка электроэнергии, вырабатываемой с использованием ВИЭ [7].

Совершенствование Закона «О ВИЭ» утвержденный в 2008 году, который претерпел несколько изменений, определяющие основополагающие принципы и условия осуществления деятельности в области ВИЭ и механизм, регулирующий порядок осуществления деятельности по выработке и поставке электроэнергии с использованием ВИЭ в рамках установленных квот, вне квот, для собственных нужд и на договорной основе. Компенсация дополнительных затрат распределяющих предприятий на приобретение электроэнергии, вырабатываемой с использованием ВИЭ, которая теперь будет учитываться при расчете и установлении общенационального тарифа на электроэнергию для конечных потребителей; пересмотр повышающих коэффициентов к максимальному тарифу, по которому будет покупаться ВИЭ-электроэнергия – на данный момент коэффициент равен 1,3 для всех видов ВИЭ, что, конечно, стимулирует развитие практически только малых ГЭС; введено квотирование мощностей ВИЭ - установление уполномоченным государственным органом суммарной электрической мощности ВИЭ-установок, которые смогут получать повышенный тариф по регионам и по

видам возобновляемых источников энергии на определенный период времени – являются главными [4, 7].

Ископаемое топливо, применяемые в неэффективных и устаревших угольных электростанциях являются одними из основных причин высокой доли энергетического сектора в глобальных выбросах парниковых газов, способствует в повышении глобальной температуры, загрязняет воздух, ухудшая здоровье людей.

Поиск решений для преобразования экономики в экологически безопасное, низкоуглеродное и устойчивое к изменению климата развитие, которые ускорят использование возобновляемых источников энергии, энергоэффективности и других мер, являются критическими и актуальными, которые служат для активизации усилий по достижению целей в области климата и устойчивого развития.

Согласно мировых энергетических стратегий Кыргызской Республике необходимо перейти в новую плоскость конкурентности, достигая при этом энергонезависимости и получения звания самой экологической страны.

Критической необходимостью развития использования инновационных технологий в области ветроэнергетики для нашей республики являются дефицит в электроэнергии, изменения климата, таяния ледников и сокращения водных ресурсов.

Нашему государству необходимо менять вектор развития, разрабатывая необходимые программы, совершенствуя законодательство в этой сфере, финансировало переход на возобновляемые источники энергии и само переходило на них. И обязательно с участием всех заинтересованных сторон: государства, частного сектора и индивидуальных потребителей.

Правительство нашей республики должны следовать за разработками и рекомендациями “МуВГрин” и учитывать преимущества перехода на технологии возобновляемой энергетики. Таким образом, развитие возобновляемой энергетики будет способствовать устойчивому развитию страны, которое оставит следующим поколениям неповрежденную природу и надежные энергетические ресурсы [5, 6].

Дефицит электрической энергии в последние годы в Кыргызской Республике требует от энергосектора изыскать и ввести в действие новых мощностей, отвечающих вызовам современности. Ускоренное развитие возобновляемых источников энергии с применением новых перспективных технологий является критически важным для обеспечения энергетической безопасности страны.

Значительный потенциал возобновляемой энергии, в том числе энергии ветра можно использовать для обеспечения снижения

неактивных воздействий традиционной энергетики на окружающую среду и здоровье человека, оставаясь при этом недорогой, надежной, устойчивой энергией, доступной для различных категорий потребителей.

Предложения по развитию инфраструктуры ВИЭ, совершенствованию законодательства в сфере ВИЭ и финансовых механизмов привлечения инвестиций в развитие ВИЭ и барьеры развития ВИЭ, как ограниченные возможности энергосистемы по резервированию, отсутствие экономически эффективных технологий накопления энергии, недостаточные компетенции национальных компаний в ряде сегментов рынка ВИЭ в Кыргызстане, указанных в [7] должны решаться на государственном уровне.

### **Литература:**

1. Пресс-релизы “Развитие возобновляемой энергетики Кыргызстана с учетом общественных слушаний”. ОАО ЭС. 25.02.2023.
2. Ежеквартальный информационный обзор рынка ВИЭ в России. IV квартал 2022.
3. Национальный форум «Переход Кыргызстана к устойчивой энергетике: барьеры и пути решения». 10.02.2022.
4. Закон Кыргызской Республики “О возобновляемых источниках энергии”. №49 от 30.06.2022 г.
5. Анализ и оценка технологий использования ВИЭ в Кыргызстане и их вклад в смягчение последствий изменения климата. Материалы ОО “Move Green”. 25.09.2022.
6. Переход на возобновляемые источники энергии в Кыргызстане – это реально. Материалы ОО “Move Green”. 16.08.2022. Источник: energy.media.
7. Консультативное совещание экспертов «Оценка готовности Кыргызстана для развития возобновляемой энергетики». -Бишкек, 15.04.2021.
8. Веденева Т. Перемены к лучшему в секторе ВИЭ в Кыргызстане. 20.12.2020.
9. Международные тенденции в области возобновляемых источников энергии. -М. , 2018.
10. Национальная стратегия развития Кыргызской Республики 2018-2040 гг. УП №221 от 31.10.2018.
11. Справочник по возобновляемой энергетике Европейского союза. Институт энергетики НИУ ВШЭ. -М., 2016.
12. Возобновляемые источники энергии. Справочное руководство. -Бишкек, 2006.