

УДК 621.311

*Коновалов Юрий Васильевич,**к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,**ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: yrvaskon@mail.ru**Тохтасунов Саидмурод Азиз угли,**Республика Узбекистан, г. Андижан, обучающийся группы ЭАПЭб-22-1,**ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,**e-mail: tokhtasunovsaidmurod@gmail.com*

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Konovalov Yu.V., Tokhtasunov S.A.

DEVELOPMENT OF ELECTRIC POWER AND RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Аннотация. В условиях глобальных изменений климата и устойчивого роста потребления энергии, Узбекистан сталкивается с актуальной задачей модернизации своей электроэнергетической системы и развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Рассматривается текущее состояние электроэнергетики в стране, анализируются проблемы, связанные с высокими темпами потребления электроэнергии и зависимостью от традиционных источников, таких как уголь и газ. Раскрывается потенциал Узбекистана в области солнечной и ветровой энергии из-за географических и климатических условий, а также описываются программы и стратегии, направленные на привлечение инвестиций в сектор ВИЭ. Проводится анализ государственной политики в области устойчивого развития электроэнергетики, включая цели по увеличению доли ВИЭ в общем объеме производства электроэнергии.

Ключевые слова: электроэнергетика, возобновляемые источники энергии, Узбекистан, солнечная и ветровая энергия, инвестиции, государственная политика.

Abstract. In the context of global climate change and steady growth in energy consumption, Uzbekistan faces the urgent task of modernizing its electricity system and developing renewable energy sources (RES). The current state of the electricity sector in the country is considered, analyzing the problems associated with high rates of electricity consumption and dependence on traditional sources such as coal and gas. The potential of Uzbekistan in the field of solar and wind energy due to geographical and climatic conditions is revealed, and programs and strategies aimed at attracting investment in the RES sector are described. An analysis of state policy in the field of sustainable development of the electricity sector is conducted, including goals to increase the share of RES in total electricity production.

Keywords: electric power industry, renewable energy sources, Uzbekistan, solar and wind energy, investments, public policy.

Электроэнергетика является одним из ключевых секторов экономики любой страны, играя важную роль в обеспечении устойчивого развития и повышения качества жизни населения. Узбекистан, обладая значительными запасами природных ресурсов и стратегическим географическим положением, на протяжении своей истории сталкивался с множеством вызовов и возможностей в области энергетики. В последние годы страна активно работает над модернизацией своей энергетической инфраструктуры, переходом к более устойчивым и экологически чистым источникам энергии, а также улучше-

нием энергоэффективности. Эти изменения обусловлены не только внутренними экономическими и социальными факторами, но и глобальными тенденциями, связанными с изменением климата и необходимостью перехода к низко углеродной экономике.

История развития электроэнергетики в Узбекистане является важной частью общей картины энергетического сектора страны, который в последние десятилетия претерпел значительные изменения и трансформации. Узбекистан, обладая богатыми природными ресурсами, такими как газ и уголь, а также солнечной и ветровой энергией, на протяже-

нии своей истории развивал электроэнергетический сектор, который стал основой для экономического роста и социальной стабильности.

Электроэнергетика Узбекистана начала развиваться в начале XX века, когда в стране были построены первые электростанции. В 1920-х годах, после установления советской власти, началась активная электрификация страны. В 1924 году была введена в эксплуатацию первая электростанция в Ташкенте, которая обеспечивала электричеством столицу и окрестные районы. Этот период стал началом масштабной программы по электрификации, которая охватила всю республику. Первые электрические установки, представлявшие собой небольшие гидроэлектростанции, начали работать в сельской местности и небольших городах, чтобы удовлетворить потребности местного населения и бизнеса. Наиболее значимым событием этого периода стало введение в эксплуатацию первой электростанции в Ташкенте в 1924 году. Она заметно повысила уровень жизни горожан и способствовала развитию местной экономики [1].

С 1930-х годов началось активное строительство гидроэлектростанций на крупнейших реках, таких как Амударья и Сырдарья. Эти проекты сыграли ключевую роль в обеспечении электричеством таких крупных городов, как Ташкент и Самарканд. К 1940 году мощность электросети республики достигла 500 МВт, что стало важной вехой для энергетической системы Узбекистана [2].

1950-е годы стали временем значительных перемен и увеличения поставок электроэнергии в страны Центральной Азии. В этот период в Узбекистане начинается активное строительство теплоэлектростанций и гидроэлектростанций. Мощные ТЭЦ и ГЭС обеспечивали не только потребности республики, но и энергией соседние страны. Так, в 1957 году была запущена Ташкентская ГРЭС, мощностью 1200 МВт, которая стала основным узлом системы электрообеспечения всей Центральной Азии [3].

С распадом Советского Союза в 1991 году Узбекистан обрел независимость, и перед страной встали новые задачи, связанные с обеспечением энергетической безопасности и модернизацией энергетической инфраструктуры. В этот период началась работа по реформированию электроэнергетического

сектора, который был сильно изношен и нуждался в обновлении. В 1994 году была принята программа по модернизации электросетевого хозяйства, которая предусматривала строительство новых электростанций и реконструкцию существующих. Одной из ключевых задач стало привлечение иностранных инвестиций для реализации этих проектов [4].

В начале 2000-х годов Узбекистан продолжал развивать свой электроэнергетический сектор и в 2002-ом году была создана акционерная компания «Узбекэнерго», которая объединила все электростанции и электрические сети страны. Эта реформа позволила улучшить управление и повысить эффективность работы сектора. В этот период были реализованы новые проекты по строительству тепловых и гидроэлектростанций, что способствовало увеличению производства электроэнергии. В 2007 году была введена в эксплуатацию новая тепловая электростанция в Ташкенте, которая значительно увеличила мощность энергосистемы.

С 2010 года Узбекистан начинает активно развивать альтернативные источники энергии. В 2017 году был принят закон о государственных стратегиях по развитию солнечной и ветровой энергетики [5]. Строительство новых солнечных и ветровых фермерских мощностей стало ключевым направлением, позволяющим стране значительно уменьшить свою зависимость от угля и природного газа. Каждая такая инициатива положительно сказывается на экологии, а также позволяет создать новые рабочие места, тем самым способствуя экономическому развитию.

Согласно данным Министерства энергетики, на текущий момент мощность электроэнергетической системы Узбекистана превышает 15 ГВт, и все больше внимания уделяется интеграции современных технологий, таких как интеллектуальные сети и автоматизация процессов. Узбекистан демонстрирует стремление не только удовлетворять внутренние потребности, но и укреплять позиции на международной арене в области энергетики [6]. Устойчивый энергетический сектор становится основным приоритетом для страны, ориентированной на инновации и современные технологии.

Современное состояние энергосистемы Узбекистана.

1. Общая характеристика.

Узбекистан располагает значительными запасами угля, газа и гидроресурсов, что создает благоприятные условия для развития электроэнергетики. По состоянию на 2023 год, установленная мощность энергетических объектов страны составляет около 14 ГВт, и основными источниками генерации являются газовые и угольные электростанции [7].

2. Общая структура энергосистемы Узбекистана.

На сегодняшний день основными источниками энергии в Узбекистане являются:

- Тепловые электростанции (ТЭС): на долю ТЭС приходится около 85% от общего объема выработки электроэнергии. Сухие годы и недостаток пресной воды оказали заметное влияние на эксплуатацию гидроэлектростанций, тем не менее, ТЭС остаются наиболее надежными и эффективными в условиях жаркого климата. ТЭС используют природный газ как основное топливо, что также обусловлено наличием значительных запасов. Например, крупнейшие ТЭС, такие как Ташкентская и Ангренская, функционируют на высоких технологиях, которые позволяют минимизировать экологические последствия.

- Гидроэлектростанции (ГЭС): гидроэнергетика играет важную роль, особенно в регионах, где наличие водных ресурсов позволяет использовать их для выработки электроэнергии. ГЭС составляют лишь 10-12% от общего объема производства, но обеспечивают значительную долю энергии в определенные сезоны, когда потребление особенно высоко. Например, ГЭС на реке Сырдарья позволяют использовать снеговые воды и обеспечивают дополнительный объем в летние месяцы для орошения.

- Возобновляемые источники энергии: в последние годы Узбекистан ожидает роста использования солнечной и ветровой энергии. Учитывая значительную солнечную инсоляцию и обширные территории, ВИЭ становятся все более привлекательными. Нарастающее внимание к долгосрочным инвестициям в такие источники позволяет рассчитывать на их увеличение в будущем.

2. Устаревание инфраструктуры.

Созданная в советские времена инфраструктура энергетической системы устарела и требует серьезной модернизации. Например, многие тепловые станции, построенные 40-50 лет назад, имеют износ известных си-

стем и устаревшую технологию, что приводит к низкому КПД и высокому уровню выбросов [8]. Для решения этой проблемы в правительстве Узбекистана планируется перевести на газоохлаждение и обновить оборудование на существующих электростанциях. Кроме того, планируется ввод в эксплуатацию новых энергоблоков с более высоким уровнем автоматизации и контроля.

3. Недостаток инвестиций.

Несмотря на наличие природных ресурсов и потенциальных рынков для электроэнергии, системы распределения энергии часто неэффективны. Уровень потерь при передаче электроэнергии достигает 18%, что является значительным отрицательным показателем [9]. Недостаток инвестиций в распределительные сети и технологии часто приводит к потерям энергии во время передачи. Для исправления ситуации требуется реализация программы модернизации, направленной на строительство новых подстанций и линии электропередач, что в свою очередь создает потребность в частных и прямых иностранных инвестициях.

4. Развитие возобновляемых источников энергии.

В рамках национальной стратегии Узбекистан предпринимает шаги по развитию солнечной и ветровой энергетики. Направленный на это законопроект был принят в 2019 году, который предполагает увеличение доли ВИЭ до 25% к 2030 году [10]. Например, в 2021 году была запущена первая солнечная электростанция мощностью 100 МВт в Сырдарьинской области, которая стала образцом для последующих проектов. Эта электростанция продемонстрировала экономическую жизнеспособность солнечной энергетики, показав низкую стоимость производства электроэнергии. Также активно рассматриваются возможности ветровых электростанций в прибрежных зонах рек, таких как Сырдарья, которые имеют высокий потенциал благодаря сильным ветрам.

5. Модернизация старой инфраструктуры.

Для устойчивого роста и обеспечения надежности поставок электроэнергии модернизация существующих ТЭС и ГЭС является первоочередной задачей. Внесение изменений в технологии генерации и использование новых вспомогательных систем, таких как накопители энергии, могут значительно сократить последствия перерывов в подаче

электроэнергии и улучшить распределение нагрузки [11]. Исследуются возможности применения новейших технологий, таких как энергосберегающая умная сеть (smart grid), которая позволит более эффективно управлять потреблением электричества и интегрировать ВИЭ в общую энергосистему.

6. Политика и регулирование.

Государственная политика Узбекистана в области энергетики нацелена на достижение более высокого уровня энергетической безопасности и устойчивого развития. Важным шагом в этом направлении является создание нормативно-правовой базы, позволяющей привлекать частные инвестиции и стимулирующую развитие ВИЭ. Узбекистан также активно сотрудничает с международными организациями, такими как Всемирный банк и Азиатский банк развития, для реализации энергетических проектов, финансирования модернизации инфраструктуры и адаптации к изменению климата [12]. Важным аспектом является создание механизмов государственной приватизации, которые позволят привлечь более широкий спектр частных инвесторов.

На сегодняшний день в Узбекистане функционирует около 58 тепловых электростанций и 10 гидроэлектростанций, которые в сумме обеспечивают более 90% всего объема производства электроэнергии в стране [13]. По данным Министерства энергетики Республики Узбекистан, в 2022 году потребление электроэнергии составило более 75 миллиардов кВт·ч, что на 8% больше по сравнению с предыдущим годом [14]. Большая часть электроэнергии (более 80%) вырабатывается на тепловых электростанциях, работающих на дизельном, угольном и газовом топливе [15, 16].

С увеличением населения и развитием экономики наблюдается рост потребления электроэнергии. Согласно отчетам, в последние годы потребление электроэнергии в Узбекистане возрастает примерно на 8-10% в год [17]. Это создает дополнительное давление на существующую электросетевую инфраструктуру и требует новых мощностей и более эффективных технологий.

Согласно исследованиям, потенциал для развития ВИЭ в Узбекистане довольно велик. Согласно данным Всемирного банка, солнечная энергетика может обеспечить более 1000 ГВт мощности при текущих клима-

тических условиях, а ветер – около 70 ГВт [18]:

- Солнечная энергия: солнечные электростанции могут сыграть центральную роль в энергетической независимости страны. Узбекистан располагает уникальными климатическими условиями с высоким уровнем солнечной радиации. По данным Исследовательского института Возобновляемых источников энергии, ожидается, что к 2030 году доля солнечной энергии может составить до 20% от общего объема производства электроэнергии [19].

- Ветровая энергия: ветропарки в предгорьях Тянь-Шаня и на востоке страны также имеют хороший потенциал. Рекомендуется реализовать крупные ветряные проекты в этих регионах, что позволит не только увеличить объемы зеленой энергии, но и создать новые рабочие места [20].

- Другие альтернативные источники: помимо солнечной и ветровой энергии, существуют возможности для развития малых гидроэлектростанций, особенно в горных регионах, где имеется значительный гидроэнергетический потенциал. Программы по строительству малых ГЭС уже стартовали в ряде регионов, способствуя снижению зависимости от крупных гидроэлектростанций [21].

Уже с 2017 года Узбекистан начал активные шаги в сторону развития ВИЭ. Правительство одобрило ряд стратегий, направленных на привлечение инвестиций и международного опыта. В 2021 году была разработана «Стратегия устойчивого развития энергетического сектора до 2030 года».

Развитие возобновляемых источников энергии в Узбекистане открывает новые возможности для создания устойчивой энергетической системы. Страна обладает огромным потенциалом для использования солнечной и ветровой энергии, что позволяет существенно сократить зависимость от ископаемых источников. Правительство Узбекистана уже предпринимает шаги для стимулирования инвестиций в сектор возобновляемых источников энергии, включая разработку соответствующего законодательства, которое создает благоприятные условия для иностранных и местных инвесторов.

Можно сказать, что Узбекистан находится на важном этапе своего энергетического развития. Страна имеет все необходимые ресурсы и потенциал для создания эффективной и устойчивой энергетической систе-

мы, основанной на возобновляемых источниках энергии. Системный подход к развитию энергетического сектора, активное сотрудничество с международными партнерами и создание благоприятного инвестиционного климата станут залогом успешного перехода к устойчивой и экологически чистой

энергетике. Важно помнить, что будущее электроэнергетики Узбекистана зависит не только от наличия ресурсов, но и от готовности общества и государства к изменениям, которые могут привести к более эффективному и безопасному использованию энергетических ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Джураев, А.К.** История электроэнергетики Узбекистана. Ташкент: Узбекистон миллий энциклопедияси. – 2010.

2. **Махмудов, А.М.** Гидроэнергетика в Центральной Азии: История и современность. Ташкент: Академия наук РУз. – 2015.

3. **Исаков, Н.Т.** Электрическая энергия: от генерирования до распределения. Ташкент: Научно-исследовательский институт энергетики. – 2018.

4. **Хаирова Д.Р., Ахмедов О.В.** Альтернативная энергетика как один из факторов в обеспечении энергобаланса Республики Узбекистан // Theoretical & Applied Science. – 2021. – №. 6. – С. 688-692.

5. **Коновалов, Ю.В.** Развитие солнечной энергетики в России и мире / Ю.В. Коновалов, А.А. Козина // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2015. № 9. – С. 156-160.

6. **Юнусов, Н.Н.** Экологическое состояние и тенденции развития электроэнергетики Узбекистана. Экологические исследования, 12(4). – 2019. – С. 45-53

7. Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике. «Статистические данные по электроэнергетике». – 2023.

8. **Коновалов, Ю.В.** Анализ качества электроэнергии на предприятии / Ю.В. Коновалов, И.И. Воробьев // Вестник Ангарской государственной технической академии. 2014. № 8. – С. 57-60.

9. **Александрова, И.П.** Проблемы и перспективы современной энергетики Узбекистана. Ташкент: Научно-исследовательский институт энергетики. – 2015.

10. **Кузнецов, А. С.** Экологические последствия традиционной энергетики в Центральной Азии. Ташкент: Университет экономики. – 2021.

11. **Хайдаров, М.М.** Энергетическая стратегия Узбекистана до 2030 года. Ташкент: Узбекстанская энергетическая ассоциация. – 2021.

12. Всемирный банк Доклад о состоя-

нии энергетического рынка в странах Центральной Азии. Вашингтон, D.C. – 2020.

13. Министерство энергетики Республики Узбекистан. Отчет о состоянии электроэнергетики в Узбекистане. – 2022.

14. Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике. Статистический ежегодник. – 2023.

15. Ташкентский институт энергии. Отчет о состоянии тепловых электростанций. – 2021.

16. **Konovalev, Y.V.** Optimization of power supply system reactive power compensation at the oil field electrical substation / Y.V. Konovalev, D.N. Nurbosynov // 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 - Proceedings. electronic edition. 2017. – С. 8076228.

17. **Голованов, И.Г.** Особенности расчёта надёжности сложных электроэнергетических систем / И.Г. Голованов, А.В. Вервейн, Р.О. Попков // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2015. Т. 1. № 1. – С. 72-79.

18. **Голованов, И.Г.** Особенности применения водородной энергетики в российской федерации и мировой практике / И.Г. Голованов, Д.В. Жильников, Н.С. Жуков, А.А. Сербулов // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2022. № 1. – С. 148-153.

19. Исследование возобновляемых источников энергии. Солнечная энергетика Узбекистана: потенциал и вызовы. – 2022.

20. **Ахмедов, Б.** Развитие ветровой энергетики в Узбекистане. Ташкент: Узэнерго. – 2023.

21. **Коновалов, Ю.В.** Автоматизация и цифровизация объектов электроэнергетики / Ю.В. Коновалов, А.Е. Вайгачев, А.А. Уваров // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2021. № 15. – С. 51-55.