Приоритеты в энергетической стратегии: нефтегазовая отрасль или зеленая энергетика в сочетании с цифровизацией в условиях глобальной энергетической потребности

А.Ю.Пен
Университет общественной безопасности Республики Узбекистан

Аннотация: Современный мир сталкивается с растущей потребностью в энергоресурсах, что ставит перед человечеством задачу выбора оптимальной энергетической стратегии. Традиционно доминирующая нефтегазовая отрасль сталкивается с вызовами, связанными с истощением ресурсов и экологическими последствиями. В ответ на эти вызовы развивается зеленая энергетика, которая, в сочетании с цифровыми технологиями, предлагает альтернативные пути обеспечения энергетической безопасности. Цель статьи - провести расширенный сравнительный анализ приоритетности нефтегазовой отрасли и зеленой энергетики с учетом цифровизации в контексте глобальной энергетической потребности, а также определить оптимальные стратегии для устойчивого развития энергетики, особенно в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, зеленая энергетика, энергоресурсы, экологическая устойчивость, экономическая эффективность, энергетическая безопасность, цифровизация, инвестиция, устойчивое развитие, возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

Priorities in the energy strategy: the oil and gas industry or green energy combined with digitalization in the context of global energy demand

A.Yu.Pen
University of Public Safety of Republic of Uzbekistan

Abstract: The modern world faces a growing demand for energy resources, which poses to humanity the task of choosing an optimal energy strategy. The traditionally dominant oil and gas industry is facing challenges related to resource depletion and environmental consequences. In response to these challenges, green energy is developing, which, combined with digital technologies, offers alternative ways to ensure energy security. The purpose of the article is to conduct an extended

(cc) BY

comparative analysis of the priority of the oil and gas industry and green energy, taking into account digitalization in the context of global energy demand, as well as to determine optimal strategies for sustainable energy development, especially in the conditions of Uzbekistan.

Keywords: oil and gas industry, green energy, energy resources, environmental sustainability, economic efficiency, energy security, digitalization, investment, sustainable development, renewable energy sources (RES)

Введение. В современном мире энергетическая проблема стоит особенно остро. С одной стороны, спрос на энергоресурсы постоянно растет - это связано с увеличением численности населения, развитием индустрии и технологий, а также цифровизацией всех сфер жизни. С другой стороны, использование традиционных источников энергии, прежде всего нефти и газа, вызывает все больше вопросов с связи с экологическими последствиями и ограниченностью ресурсов. В этом контексте важным становится поиск баланса между нефтегазовой отраслью и развитием зеленой энергетики, поддерживаемой цифровыми технологиями.

Глобальная энергетическая потребность растет беспрецедентными темпами. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), мировое потребление энергии увеличилось почти вдвое с 1990 года и, по прогнозам, продолжит расти. Основными драйверами являются экономический рост в развивающихся странах, урбанизация, расширение цифровой инфраструктуры и рост электромобильности. В то же время мир сталкивается с необходимостью сокращения выбросов парниковых газов для выполнения целей Парижского соглашения. Это создает фундаментальный конфликт между традиционной энергетикой и климатическими целями [8].

Узбекистан, как и многие страны, находится на перепутье: с одной стороны, богатые запасы углеводородов и развития нефтегазовой отрасли, с другой - огромный потенциал возобновляемой энергетики (солнце, ветер) и стремление к модернизации через цифровизацию.

1. Нефтегазовая отрасль: традиционный источник энергии

Нефтегазовая отрасль остается основным источником энергии в мире. Однако ее устойчивость и эффективность подвергаются сомнению из-за ограниченности ресурсов и экологических рисков. Цифровизация в нефтегазовой отрасли направлена на оптимизацию процессов добычи, переработки и транспортировки сырья с использованием искусственного интеллекта, автоматизированных систем управления и цифровых геологических исследований. Это позволяет повысить оперативность,

(cc) BY

безопасность и экономическую эффективность, а также снизить вредное воздействие на атмосферу [6].

1.1. Текущее состояние и роль в мировой энергетике. Нефть и газ по-прежнему обеспечивают около 55% мирового потребления первичной энергии. Несмотря на активное развитие возобновляемых источников, ископаемое топливо остается критически важным для транспорта, промышленности, отопления и производства электроэнергии. Крупнейшие нефтегазовые компании (ExxonMobil, Shell, BP, Saudi Aramco, Газпром, Роснефть) продолжают инвестировать в разведку и добычу, хотя в последние годы наблюдается тенденция к диверсификации в сторону низкоуглеродных технологий.

В Узбекистане нефтегазовый сектор является одним из ключевых: страна обладает значительными запасами природного газа и нефти, а также развитой газотранспортной системой. Однако месторождения характеризуются высокой степенью истощения, а инфраструктура требует модернизации. Добыча газа в последние годы стабилизировалась на уровне около 60 млрд куб. м в год, но внутреннее потребление растет, что приводит к необходимости импорта и пересмотра экспортной политики.

1.2. Вызовы и ограничения. Основные вызовы нефтегазовой отрасли:

Истощение ресурсов: многие месторождения находятся на поздней стадии разработки, что увеличивает затраты на добычу.

Экологические последствия: выбросы CO_2, метана, разливы нефти, загрязнение водных ресурсов и почвы.

Волатильность цен: зависимость от мировых цен на нефть и газ создает экономическую нестабильность.

Геополитические риски: санкции, торговые войны, транзитные риски.

Растущая конкуренция со стороны ВИЭ: снижение стоимости солнечной и ветровой энергии делает их все более конкурентоспособными.

1.3. Цифровизация в нефтегазовой отрасли. Цифровая трансформация в нефтегазе включает несколько ключевых направлений:

Цифровые месторождения (Digital Oilfield): использование датчиков, IoT, дронов для мониторинга скважин и трубопроводов в реальном времени.

Искусственный интеллект и машинное обучение: прогнозирование отказов оборудования, оптимизация режимов бурения, анализ сейсмических данных.

Цифровые двойники: виртуальные модели месторождений и производственных активов для моделирования и оптимизации.

Блокчейн: для отслеживания цепочек поставок и повышения прозрачности сделок.

(cc) BY

Автоматизация и роботизация: автономное буровые установки, роботы для инспекции трубопроводов.

Внедрение этих технологий позволяет снизить операционные затраты на 10-20%, повысить коэффициент извлечения нефти, сократить простои и аварийность. Например, компания BP с помощью цифровых двойников и ИИ смогла увеличить добычу на некоторых месторождениях на 5-10%.

1.4. Перспективы нефтегазовой отрасли в Узбекистане. Узбекистан активно внедряет цифровые технологии в нефтегазовый сектор. В частности, АО «Узбекнефтегаз» реализует программу цифровизации, включающую создание единой информационной системы управления добычей, автоматизацию диспетчерского контроля, внедрение систем телеметрии на скважинах. Однако масштаб цифровизации пока ограничен из-за недостатка инвестиций и квалифицированных кадров. В то же время страна делает ставку на глубокую переработку газа и производство продукции с высокой добавленной стоимостью (полимеры, удобрения), что требует современных технологий.

2. Зеленая энергетика: будущее энергетики

Зеленая энергетика, основанная на возобновляемых источниках энергии (солнечной, ветровой, гидро- и геотермальной энергии, а также биомассе), играет ключевую роль в борьбе с глобальным изменением климата и экологическими проблемами. В Узбекистане зеленая энергетика становится одним из драйверов экономики и общенациональным движением [5].

2.1. Глобальные тенденции в развитии ВИЭ. За последнее десятилетие возобновляемая энергетика продемонстрировала впечатляющий рост. По данным IRENA, установленная мощность ВИЭ в мире увеличилась с 1 000 ГВт в 2010 году до более 3 000 ГВт в 2023 году. Солнечная и ветровая энергетика стали самыми дешевыми источниками новой генерации электроэнергии во многих регионах. Стоимость солнечных модулей упала на 90% с 2010 года, а стоимость ветровых турбин - на 50%. В 2023 году на ВИЭ пришлось около 80% всех новых вводов генерирующих мощностей в мире [9].

Ключевые факторы роста:

Технологический прогресс: повышение КПД солнечных панелей и ветрогенераторов.

Снижение стоимости: экономия масштаба и конкуренция.

Политическая поддержка: субсидии, налоговые льготы, цели по декарбонизации.

Корпоративные обязательства: многие компании переходят на 100% возобновляемую энергию (RE100).

(cc) BY

2.2. Потенциал зеленой энергетики в Узбекистане. Узбекистан обладает значительным потенциалом для развития ВИЭ:

Солнечная энергия: средняя продолжительность солнечного сияния составляет 300-320 дней в году, а уровень солнечной радиации - 4,5-5,5 кВт·ч/м^2 в день. Технический потенциал солнечной энергии оценивается в 50000 МВт.

Ветровая энергия: в некоторых регионах (например, в Каракалпакстане, Бухарской области) среднегодовая скорость ветра превышает 5 м/с, что делает ветроэнергетику перспективной.

Гидроэнергия: существующие ГЭС обеспечивают около 10% выработки электроэнергии, но потенциал малых ГЭС еще не полностью использован.

Биомасса и геотермальная энергия: ограниченный, но локально значимый потенциал.

В 2019 году была принята Стратегия по переходу на «зеленую» экономику, а в 2020 году -Концепция развития возобновляемой энергетики до 2030 года, предусматривающая увеличение доли ВИЭ в производстве электроэнергии до 25% к 2030 году. Уже реализуются крупные проекты: солнечные электростанции в Нурабадском районе (100 МВт), Самаркадской области (100 МВт), планируются ветровые парки. При поддержке международных финансовых институтов (АБР, Всемирный банк, ЕБРР) ведется строительство новых мощностей [3; 2].

2.3. Экологические и социальные выгоды. Развитие зеленой энергетики дает множество преимуществ:

Сокращение выбросов парниковых газов: ВИЭ практически не производит CO_2, в процессе эксплуатации.

Улучшение качество воздуха: снижение выбросов SO_2, NOx, твердых частиц.

Создание рабочих мест: в секторе ВИЭ создается больше рабочих мест на единицу мощности, чем в традиционной энергетике.

Энергетическая независимость: снижение зависимости от импорта ископаемого топлива.

Снижение затрат на электроэнергию в долгосрочной перспективе: после окупаемости капитальных затрат стоимость генерации близка к нулю.

2.4. Проблемы и барьеры. Несмотря на потенциал, развитие ВИЭ в Узбекистане сталкиваются с рядом проблем:

Высокие начальные инвестиции: капитальные затраты на солнечные и ветровые станции значительны, хотя они снижаются.

Нестабильность генерации: солнечная и ветровая энергия зависит от погодных условий, требуются системы накопления и маневренные мощности.

(cc) BY

Сетевая инфраструктура: существующие сети не всегда готовы к приему больших объемов ВИЭ.

Регуляторные барьеры: отсутствие четких правил подключения к сети, тарифообразования, доступа к рынку.

Нехватка квалифицированных кадров: требуется подготовка специалистов по проектированию, монтажу и эксплуатации ВИЭ.

3. Цифровизация как катализатор изменений

Цифровизация играет важную роль в трансформации энергетических отраслей. В нефтегазовой сфере внедрение цифровых технологий способствует повышению эффективности и обеспечению экологической устойчивости. В зеленой энергетике цифровые решения позволяют оптимизировать производство и потребление энергии, повышая ее доступность и надежность. Международные инициативы, такие как «Зеленая цифровая кампания», подчеркивают важность климата и адаптации к нему [4].

3.1. Цифровые технологии в энергетике: общий обзор. Цифровая трансформация энергетики охватывает следующие ключевые технологии:

Интернет вещей (IoT): датчики и счетчики для мониторинга потребления и состояния оборудования.

Искусственный интеллект (ИИ): прогнозирование спроса и генерации, оптимизация режимов работы, обнаружение аномалий.

Большие данные: анализ больших объемов данных для принятия решений.

Облачные вычисления: хранение и обработка данных для принятия решений.

Блокчейн: для учета энергии, торговли квотами на выбросы, сертификации происхождения энергии.

Цифровые двойники: виртуальные модели энергосистем для моделирования и оптимизации.

5G промышленной IOT: для высокоскоростной связи и управления в реальном времени.

3.2. Цифровизация в нефтегазовой отрасли. В нефтегазе цифровизация уже приносит ощутимые результаты:

Автоматизация бурения: использование систем автоматического управления буровыми установками повышают скорость и точность бурения.

Предиктивное обслуживание: датчики и ИИ позволяют прогнозировать отказы оборудования и планировать ремонты, снижая простои.

Оптимизация добычи: цифровые модели пластов и скважин помогают выбрать оптимальные режимы работы.

Мониторинг трубопроводов: дроны и датчики обнаруживают утечки и несанкционированные врезки.

(cc) BY

Цифровые двойники месторождений: позволяют моделировать различные сценарии разработки и выбирать наилучшие.

Однако цифровизация в нефтегазе также имеет ограничения: высокая стоимость внедрения, необходимость интеграции устаревших систем, кибербезопасность, сопротивление изменениям.

3.3. Цифровизация в зеленой энергетике. В зеленой энергетике цифровые решения играют еще более важную роль, поскольку ВИЭ характеризуются распределенной генерацией и нестабильностью:

Управление спросом Demand Response): цифровые платформы позволяют потребителям изменять потребление в ответ на сигналы сети.

Виртуальные электростанции (VPP): объединение распределенных источников (солнечные панели на крышах, электромобили, накопители) в единую управляемую систему.

Прогнозирование генерации: ИИ и машинное обучение предсказывают выработку солнечных и ветровых станций на основе погодных данных.

Оптимизация накопления энергии: управление зарядом/разрядом батарей для балансировки сети.

Микросети (Microgrids): локальные энергосистемы, способные работать автономно или связке с основной сетью, с цифровым управлением.

Умные счетчики: обеспечивают двухсторонний обмен информацией и точный учет.

Цифровизация позволяет интегрировать ВИЭ в сеть без потери надежности, снижать затраты на балансировку и повышать эффективность использования энергии.

3.4. Цифровизация В Узбекистане: текущее состояние и перспективы. Узбекистан активно внедряет цифровые технологии в энергетике. В 2020 году принята Концепция цифровой трансформации энергетической отрасли, предусматривающая создание единой информационной системы, автоматизацию учета электроэнергии, внедрение «умных сетей» (Smart Grid). В частности, реализуется проект по установке автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ), что позволяет снизить потери и улучшить сбор платежей. В нефтегазовой отрасли внедрения системы телеметрии и диспетчеризации [2].

Однако для полноценной цифровой трансформации необходимы значительные инвестиции, развитие телекоммуникационной инфраструктуры, подготовка кадров и совершенствование нормативной базы. Важную роль играет международное сотрудничество: например, с Россией, Китаем, Южной Кореей в области цифровых решений для энергетики.

4. Сравнительный анализ: нефтегазовая отрасль или зеленая энергетика

(cc) BY

4.1. Экологическая устойчивость. Зеленая энергетика предлагает решение экологических проблем, связанных с выбросами парниковых газов, в отличие от традиционной нефтегазовой отрасли. При сжигании ископаемого топлива выделяется значительное количество CO_2, метана и других загрязняющих веществ. ВИЭ практически не производит выбросов в процессе эксплуатации. Однако необходимо учитывать полный жизненный цикл: производство солнечных панелей и ветряков также связана с выбросами, но они значительно ниже, чем у ископаемого топлива. По оценкам, удельные выбросы CO_2 за жизненный цикл солнечной энергетики составляют 20-50 г CO_2/кВт·ч., ветровой - 10-20 г CO_2/кВт·ч., а угольный - 800-1000 г CO_2/кВт·ч., газовый - 400-500 г CO_2/кВт·ч.

Для Узбекистана, где значительная часть выбросов приходится на энергетику и газовую отрасль, переход на ВИЭ может существенно улучшить экологическую ситуацию и выполнить международные обязательства по сокращению выбросов.

4.2. Экономическая эффективность. Цифровизация в обеих отраслях способствует снижению затрат и повышению производительности. Однако начальные инвестиции в зеленую энергетику могут быть выше, но долгосрочные выгоды от ее эксплуатации значительны. Стоимость солнечной и ветровой генерации продолжает снижаться: по данным Lazard, 2023 году средняя стоимость электроэнергии от солнечных станций (LCOE) оставила 30-40 долл./МВт·ч., от ветровых - 25-35 долл./МВт·ч., тогда как от новых газовых станций - 50-70 долл./МВт·ч. [10]. В Узбекистане с учетом высокой инсоляции солнечная энергетика может быть конкурентоспособной даже без субсидий.

Однако для нефтегазовой отрасли цифровизация также дает значительный экономический эффект: снижение операционных затрат на 10-20%, увеличение коэффициента извлечения нефти на 5-10%, сокращение простоев. В краткосрочной перспективе нефтегаз остается высокорентабельным бизнесом, особенно при высоких ценах на углеводороды. Но в долгосрочной перспективе, по мере ужесточения климатического регулирования и роста цен на углерод, инвестиции в ископаемое топливо становятся все более рискованными.

4.3. Энергетическая безопасность. Зеленая энергетика способствует диверсификации источников энергии, снижая зависимость от ископаемых ресурсов и повышая энергетическую безопасность [7]. Для Узбекистана, который является нетто-экспортером газа, но испытывает сезонные дефициты, развитие ВИЭ может повысить надежность энергоснабжения и снизить зависимость от импорта электроэнергии из соседних стран. Кроме того, распределенная генерация (солнечные панели на крышах) повышает устойчивость системы к авариям и кибератакам.

(cc) BY

С другой стороны, нефтегазовая отрасль обеспечивает энергетическую безопасность за счет собственных ресурсов, но их ограниченность и волатильность цен создают риски. Кроме того, зависимость от экспорта углеводородов делает экономику уязвимой к внешним шокам.

4.4. Социальные аспекты. Развитие зеленой энергетики создает новые рабочие места, особенно в регионах, где строятся солнечные и ветровые станции. В Узбекистане уже реализуются программы обучения специалистов по ВИЭ. Однако переход к зеленой энергетике может привести к сокращению рабочих мест в угольной т нефтегазовой промышленности, что требует программ переквалификации.

Цифровизация также влияет на рынок труда: растет спрос на специалистов по данным, ИИ, кибербезопасности, а традиционные профессии (например, операторы буровых установок) требуют новых навыков.

4.5. Политические и регуляторные аспекты. Успех энергетической стратегии зависит от государственной политики. В Узбекистане приняты стратегические документы, поддерживающие развитие ВИЭ и цифровизации [1; 2; 3]. Однако для масштабного внедрения необходимы:

Стабильные и прозрачные правила игры: гарантии для инвесторов, четкие тарифы, механизмы поддержки.

Развитие конкуренции: допуск частных компаний к генерации и продаже энергии.

Углеродное регулирование: введение углеродного налога или системы торговли квотами, что сделает ископаемое топливо менее конкурентоспособным.

Интеграция с соседними странами: создание регионального рынка электроэнергии для обмена излишками ВИЭ.

5. Стратегические приоритеты для Узбекистана

Исходя из проведенного анализа, можно сформулировать следующее стратегические приоритеты для энергетики Узбекистана:

Параллельное развитие обеих отраслей с постепенным сдвигом в сторону ВИЭ. В кратко- и среднесрочной перспективе нефтегазовая отрасль остается основой энергоснабжения и источником экспортных доходов. Однако новые инвестиции в добычу должны быть сбалансированы с вложениями в ВИЭ и цифровизацию. Доля ВИЭ в генерации должна расти опережающими темпами.

Максимальное использование цифровых технологий в обеих отраслях. Цифровизация - это не альтернатива, а катализатор повышения эффективности, безопасности и экологичности. Необходимо создать единую цифровую платформу управления энергосистемой, внедрять «умные сети», цифровые двойники, ИИ для прогнозирования и оптимизации.

(cc) BY

Приоритетное инвестирование в зеленую энергетику. С учетом снижения стоимости технологий, международной поддержки и климатических обязательств, Узбекистану следует наращивать мощности солнечной и ветровой генерации, развивать распределенную генерацию, системы накопления энергии и микросети.

Развитие человеческого капитала. Необходимо готовить инженеров, проектировщиков, специалистов по эксплуатации ВИЭ, аналитиков данных, специалистов по кибербезопасности. Для этого следует расширять образовательные программы в вузах, организовать курсы повышения квалификации, привлекать международных экспертов.

Стимулирование научных исследований и инноваций. Инвестиции в НИОКР в области солнечной энергетики, накопления энергии, цифровых технологий, водородной энергетики. Создание научно-технологических парков и центров компетенций.

Укрепление международного сотрудничества. Привлечение инвестиций и технологий из-за рубежа, участие в международных проектах и инициативах, обмен опытом с странами, достигшими успехов в ВИЭ и цифровизации.

Обеспечение энергетической безопасности и диверсификации. Развитие ВИЭ снижает зависимость от импорта и волатильности цен на углеводороды. Необходимо также развить межгосударственные электрические связи для обмена энергией.

Выводы. В условиях глобальной энергетической потребности и экологических вызовов приоритет следует отдавать зеленой энергетике, особенно в сочетании с цифровыми технологиями. Цифровизация играет ключевую роль в оптимизации процессов и повышении эффективности как в нефтегазовой отрасли, так и в зеленой энергетике. Однако для устойчивого развития и обеспечения энергетической безопасности необходимо инвестировать в зеленые технологии и активно внедрять цифровые решения. Инвестиции в научные исследования, инфраструктуру и развитие человеческого капитала станут ключом к успешной трансформации энергетической системы, отвечающей как потребностям современного общества, так и экологическим требованиям планеты.

Узбекистан имеет уникальную возможность использовать свой потенциал ВИЭ и цифровизации для модернизации энергетики, повышения ее эффективности и снижения воздействия на окружающую среду. При этом нефтегазовая отрасль еще долго будет играть важную роль, обеспечивая энергетическую безопасность и доходы бюджета. Поэтому оптимальная стратегия - это сбалансированное развитие обеих отраслей с приоритетом

(cc) BY

зеленой энергетики в долгосрочной перспективе и повсеместной цифровизацией.

Использованная литература

1. Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики» № ПП-4422 от 22.08.2019.

2. Концепция развития возобновляемой энергетики Республики Узбекистан до 2030 года. - Ташкент, 2020.

3. Стратегия по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019-2030 годов. - Ташкент, 2019.

4. Мудрецов А.Ф. и др. Проблемы и перспективы развития зелёной энергетики в условиях перехода к устойчивому развитию // Проблемы рыночной экономики. – 2023. - № 4. – С. 85-97.

5. Олимов Ш. "Зеленая" экономика – решение проблем современной экономики Узбекистана. Innovations in Science and Technologies: Vol. 1 No. 2 (2024): Special issue.

6. Паршутина И.Г. и др. Роль цифровой трансформации в формировании конкурентных преимуществ регенеративной экономики // Наука, технологии, общество: Экологический инжиниринг в интересах устойчивого развития территорий: Сборник научных статей. – Красноярск: Красноярский краевой Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных объединений, 2023. – С. 303-308.

7. Петунькин С.П., Никулина И.Е. Управление экологической устойчивостью организаций в условиях зелёной экономики // Прогрессивная экономика. 2024. № 11. С. 116-128. DOI: 10.54861/27131211_2024_11_116.

8. Jumaniyozov, T. Sh. OLIY HARBIY TA'LIM MUASSASALARIDA DARS JADVALINI AVTOMATLASHTIRISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH MUAMMOLARI // ORIENSS. 2023. №21. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/oliy-harbiy-ta-lim-muassasalarida-dars-jadvalini-avtomatlashtirish-tizimini-ishlab-chiqish-muammolari (дата обращения: 21.11.2026).

9. Международное энергетическое агентство (МЭА). World Energy Outlook 2023. - Париж: МЭА, 2023.

10. IRENA. Renewable Capacity Statistics 2024. - Абу-Дабу: IRENA, 2024.

11. Lazard. Levelized Cost of Energy Analysis 16.0. - Нью-Йорк: Lazard, 2023.