

# Технико-экономическое обоснование проектов повышения энергоэффективности объектов нефтегазовых предприятий с использованием солнечных электроустановок

А. Т. Аль Там

Санкт-Петербургский горный университет  
ahmedaltam2020@gmail.com

**Аннотация.** Предприятия нефтегазового комплекса являются энергоемкими объектами. Нарушение электроснабжения их может привести к сбоям технологического процесса добычи и транспортировки нефти и газа и связанных с ним процессов и, как следствие к значительным экономическим потерям. Потребление значительного количества традиционного топлива негативно влияют на окружающую среду.

Поэтому задачи, связанные с повышением надежности и экономичности электроснабжения электротехнических комплексов являются актуальными.

**Ключевые слова:** энергия, электроснабжение, солнечная, объект, эффективность

## I. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Предприятия нефтегазового комплекса являются энергоемкими объектами. Нарушение их электроснабжения может привести к сбоям технологического процесса добычи и транспортировки нефти и газа, а также связанных с ним процессов и, как следствие, к значительным экономическим потерям. Потребление большого объема традиционного топлива негативно влияет на окружающую среду [6].

Поэтому задачи, связанные с повышением надежности и экономичности энергоснабжения объектов нефтегазовой отрасли, являются актуальными.

Около трети выбросов углекислого газа во всем мире можно прямо или косвенно отнести к нефтегазовому сектору, поэтому, возможно, больше, чем большинство других, эта отрасль может внести большой вклад в повышение энергоэффективности. Повышение энергоэффективности – это процесс снижения энергопотребления. Это не только способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду, которое оказывает потребление энергии, но и упреждающий подход к энергоэффективности в вашей нефтегазовой компании может также помочь улучшить операционные показатели и уровень корпоративной социальной ответственности.

Очень важно отметить, что 85% выбросов углекислого газа, приходящихся на нефтегазовый сектор, являются результатом конечного использования продуктов, таких как топливо, потребителями. Поэтому для предприятий важно сосредоточиться на потребителях и на том, как они могут снизить собственное потребление энергии при использовании этих продуктов. Однако есть также ряд операционных шагов, которые можно предпринять для снижения энергопотребления в рамках бизнеса.

Более энергоэффективные объекты. Проектирование и строительство объектов, используемых предприятиями нефтегазового сектора, во многом способствует

снижению энергопотребления. От архитектурного дизайна объектов до оборудования и процессов, которые реализованы на каждом объекте, существует множество возможностей для повышения энергоэффективности на месте [2].

Инвестиции в исследования и разработки. Технологические инновации и креативный дизайн продолжают открывать широкий спектр возможностей для повышения энергоэффективности при предоставлении нефтегазовых услуг. Инвестиции в проекты, ориентированные на более экологичную инфраструктуру и более эффективные производственные процессы, имеют решающее значение для предприятий нефтегазового сектора, равно как и партнерства, поддерживающие продвижение исследований в области энергоэффективности в отрасли.

Прекратить сжигание и использование попутного газа. Сжигание попутного газа в процессе добычи нефти является причиной высоких уровней выбросов парниковых газов. Решающее значение для процесса повышения энергоэффективности в рамках бизнес-операций имеет поиск альтернативных вариантов для попутного газа, так что факельное сжигание больше не является обычной практикой. Это может быть, например, продажа попутного газа местным предприятиям или переработка попутного газа в сжиженный природный газ [5].

Целенаправленная операционная стратегия. Существует множество способов более эффективного сосредоточения операций на снижении энергопотребления предприятиями нефтегазового сектора. От проведения регулярных энергетических аудитов до модернизации оборудования до более инновационных и эффективных вариантов – и внедрения долгосрочных планов действий по более эффективному управлению энергопотреблением – существует множество вариантов повышения эффективности операций.

Солнечная энергия представляется одним из важнейших источников возобновляемой энергии. Она также считается экологически чистой, поскольку ее источником являются свет и тепло. В мире существует тенденция к развитию «зеленой» экономики; при этом использование солнечной энергии является одним из наиболее важных и безопасных способов обеспечения электроэнергией. Поэтому стремление к инновациям в данной сфере стало актуальным не только из-за существенных эффектов по сравнению с другими источниками энергии, но и в связи с глобальной экологической и социально-экономической политикой.

## II. БУДУЩЕЕ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА: КАК РАЗВИВАТЬСЯ КОМПАНИЯМ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

В 2020 году Европа представила свою «зеленую сделку» и начала активно разрабатывать меры для претворения ее в жизнь. В начале этого года система торговли выбросами CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) запущена в Китае. Администрация Байдена анонсировала активную поддержку декарбонизации экономики США, в рамках которой только в 2021 году будет потрачено не менее \$500 млрд [6].

В России интерес к теме возник на фоне планов Европы ввести так называемый пограничный углеродный сбор (Carbon Border Tax). Международные аналитические агентства начали подсчитывать возможные потери для российских компаний. Одновременно власти стали обсуждать возможное введение регулирования выбросов парниковых газов в России.

Перспектива улавливания углерода действительно является важной темой для производителей стали, цемента и электроэнергии. Однако здесь выделяется нефтегазовая отрасль. Дело в том, что сам процесс производства одной тонны продукции (бензин, дизельное топливо, авиакеросин и т.д.) выделяет всего 250 килограммов CO<sub>2</sub> в виде прямых промышленных выбросов и косвенных выбросов от использования электрической и тепловой энергии. Это менее 10% от общих выбросов нефтяной промышленности. Остальные 90% приходятся на процесс конечного потребления нефтепродуктов (например, бензина в пути на автомобиле), то есть фактически не подпадают под ответственность производителей. В результате, согласно расчетам аналитической группы ВТБ Капитал, убытки российских публичных нефтегазовых компаний в России от введения приграничного налога на выбросы углерода могут составлять только 5% от их операционной прибыли без вычета износа и амортизации, и налогов (EBITDA), которые хоть и несколько отрицательны, но, тем не менее, не являются значительными цифрами [13].

В этих условиях мы полагаем, что для российских нефтегазовых компаний будет правильным не столько задать вопрос «как организовать свой производственный процесс с целью снижения выбросов парниковых газов», сколько самой перспективой существования сектор, учитывая, что все больше и больше стран ставят перед собой цель достичь нулевого баланса выбросов парниковых газов в течение следующих 30 лет.

Мы выделяем три основных фактора, влияющих на тему ESG на рыночную стоимость акций российских нефтяных компаний:

- Эволюция глобального энергетического баланса.
- Потенциал изменения бизнеса для нефтегазовых компаний, чтобы лучше соответствовать требованиям низкоуглеродной экономики.
- Восприятие инвесторами своего бизнеса.

Основная опасность нынешней ситуации для нефтяных компаний заключается в том, что базовые технологии замещения углеводородов уже разработаны и их стоимость снижается.

Самая очевидная из этих технологий – электромобили в сочетании с электричеством из возобновляемых источников.

По оценкам IEA, мировой спрос на электроэнергию в прошлом году упал примерно на 5%, при этом только возобновляемые источники энергии (ВИЭ) показали рост на 7% благодаря новым мощностям в США и Китае. В 2020 году на их сегмент приходилось около 90% всех новых генерирующих мощностей в мире. В Германии в прошлом году их доля в производстве электроэнергии составила 51%, увеличившись на 24% за десять лет. В то же время общая стоимость ветровой и солнечной электроэнергии в мире с 2010 года снизилась на 74% и 90% соответственно, даже без учета субсидий. Таким образом, во многих регионах мира генерация ВИЭ сопоставима по стоимости с традиционной генерацией.

Электромобили становятся все более развитыми. Если в 2010 году в мире было всего пять моделей электромобилей, то сейчас их 424. В Китае появились дешевые (до 5000 долларов) электромобили. Стоимость таких автомобилей за километр уже сейчас ниже, чем у традиционных автомобилей на бензине и дизельном топливе, а в Китае может достигать невероятных 4 американских центов за километр [7].

Старая парадигма нефтяного рынка гласит, что любое снижение потребления топлива на развитых рынках всегда более чем компенсируется увеличением потребления топлива в развивающихся странах просто потому, что там оно несравнимо дешевле. Однако это больше не работает.

Продажи растут ускоренными темпами: количество проданных электромобилей в конце 2020 - начале 2021 года увеличилось вдвое по сравнению с прошлым годом как в развитых, так и в развивающихся странах. В Германии в марте 23% проданных автомобилей составили электромобили, в Китае – 9%. Судя по динамике последних месяцев, продажи электромобилей в этом году могут значительно превысить уровень, прогнозируемый отраслевыми экспертами и агентствами. Это существенно повлияет на традиционную кривую восстановления спроса на нефть, которая может больше не вернуться к предыдущим пикам. По нашим расчетам, пик потребления нефти был пройден в 2019 году [5].

Мировые нефтегазовые компании ищут способы адаптироваться к новой реальности. Большинство из них имеют солидный список проектов в области возобновляемых источников энергии и вместе планируют удвоить свои мощности для такой генерации к 2025 году.

Пойдут ли по этому пути российские нефтяные компании – пока большой вопрос. До сих пор их присутствие в секторе возобновляемой энергетики оставалось крайне незначительным. Пока тарифы на газ регулируются государством и компании не должны платить за выбросы CO<sub>2</sub>, современные турбины ПГУ будут экономически превосходить все другие методы производства электроэнергии. Аналогичная ситуация наблюдается с биотопливом, способность которого улучшить показатели ESG в отрасли сомнительна.

На данный момент большая часть из почти 80 млн тонн водорода, используемых сегодня в мире, производится из углеводородов, в частности из метана, что сопровождается выделением большого количества CO<sub>2</sub>. Существуют способы его производства без выделения CO<sub>2</sub> («зеленый» водород) через электролиз воды. Это, однако, крайне дорогой процесс, требующий специального, пока достаточно редкого оборудования и большого количества электричества из возобновляемых

источников. Более подходящим способом для российских компаний будет соединить традиционную технологию производства водорода из метана с одновременным улавливанием и захоронением выделенного CO<sub>2</sub> («голубой» водород).

На данный момент Россия уже производит 5 млн тонн водорода в год, в том числе на нефтеперерабатывающих заводах (водород необходим в процессах гидроочистки и гидрокрекинга). Мы полагаем, что у некоторых нефтяных компаний есть понимание и опыт работы с технологиями в области улавливания, утилизации и хранения CO<sub>2</sub>. Более того, российские нефтяные компании имеют значительные преимущества перед сопоставимыми иностранными игроками или любым другим участником нынешней гонки ESG:

- Близость к дешевой энергии / углеводородам.
- Практически неограниченные возможности для хранения CO<sub>2</sub> на истощенных месторождениях в Сибири.
- По-прежнему существует неограниченный доступ к источникам воды.
- Наличие инфраструктуры для доставки на рынок за счет использования огромной сети существующих трубопроводов.

Российские нефтегазовые компании, на наш взгляд, имеют все возможности производить водород непосредственно в России, на местах добычи углеводородов, используя дешевое сырье и дешевую воду, сжигая дешевый газ, потребляя дешевую электроэнергию и используя относительно дешевую рабочую силу. Там, на месте, компании могут улавливать CO<sub>2</sub> и направлять все выбросы для хранения на истощенных нефтяных и газовых месторождениях. Затем этот водород можно будет экспортировать в Европу через существующую трубопроводную инфраструктуру.

Например, теоретически «Газпром» мог бы производить около 13 млн тонн «голубого» водорода в Надым-Пур-Тазовском районе Ямала (где здесь захоронен произведенный CO<sub>2</sub>), транспортировать его на побережье Балтийского моря по системе внутренних трубопроводов, а затем по трубопроводу «Северный поток-2» в Германию, которая, как ожидается, станет одним из ключевых рынков водорода в будущем. «Газпром» обладает необходимыми знаниями, техническими возможностями, инфраструктурой и объемами сырья для реализации такого проекта. Более того, по расчетам аналитиков ВТБ Капитал, такой проект также является экономически привлекательным, способен приносить около 32 млрд долларов выручки в год, а его чистая приведенная стоимость может составить более половины текущей рыночной капитализации компании.

Конечно, все это потребует решения большого количества проблем, например, связанных с водородным транспортом, безопасностью, созданием новых технологических стандартов. Однако мы убеждены, что начинать такую деятельность стоит уже сейчас, чтобы завоевать позиции на мировом рынке, как только водородная энергетика станет более распространенной. Игнорирование существующих экологических тенденций, основанных на имеющихся ресурсах, может быть даже более болезненным, чем когда некоторые

игроки игнорировали факт сланцевой революции 10 лет назад.

Наконец, мы отмечаем возрастающий спрос со стороны участников финансового рынка на более полное и качественное раскрытие различных показателей ESG нефтегазовыми компаниями, а также необходимость формирования долгосрочных планов и целей по сокращению выбросов парниковых газов. В этом отношении российские нефтегазовые компании по-прежнему уступают ведущим международным нефтяным компаниям, что может негативно повлиять на будущую динамику котировок акций. Скорее всего, российские нефтегазовые компании понимают необходимость улучшения практики раскрытия информации и необходимость четких климатических целей. Ярким подтверждением этого понимания стало недавнее одобрение экологической политики Татнефти и намерение Лукойла связать вознаграждение своих менеджеров с достижением экологических целей компании. Мы полагаем, что остальные участники сектора будут постепенно повышать уровень раскрытия информации, а также потенциально ужесточат политику в области климат-контроля.

### III. РОЛЬ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭНЕРГИЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Использование возобновляемых источников энергии является большой областью для промышленности по всему миру, и потребность в эффективных технологиях для создания менее расточительных способов производства потребительских материалов становится все более важной.

Три из наиболее энергоемких отраслей – это химическая, горнодобывающая и нефтеперерабатывающая отрасли, при этом огромное количество электроэнергии используется для работы ряда важных систем, включая HVAC, тяжелое оборудование и базовое освещение в различных зонах завода [8].

Поскольку некоторые виды сырья, такие как резина, требуют нагрева до 179–198 °C (355–390 °F), этот тип интенсивного нагрева ложится огромным экологическим (и финансовым) бременем на компании-производители.

Хотя источники энергии на ископаемом топливе эффективны, они не являются экологически чистыми, поэтому новые технологии, такие как ветровые и солнечные панели, становятся все более привлекательными. Даже приливная энергия (гидроэнергетика) постепенно вступает в свои права с огромным потенциалом для производства электроэнергии в будущем.

Использование возобновляемых источников энергии также помогает производителям обезопасить себя от роста цен на ископаемое топливо в будущем, особенно в связи с тем, что спрос на них растет по мере того, как ресурсы медленно истощаются.

Ископаемое топливо (нефть, уголь и природный газ) – наш самый традиционный источник для производства электроэнергии. Таким образом, энергия, производимая из любого источника, кроме ископаемого топлива, является альтернативной энергией. Другими словами, альтернативная энергия – это любое количество энергии, полученное из источников не ископаемого топлива. Вообще говоря, использование альтернативной энергии

оказывает незначительное воздействие на окружающую среду.

Береговая ветровая энергия и солнечная фотоэлектрическая энергия, соответственно, в настоящее время являются наиболее доступными вариантами, когда речь идет о производстве энергии. Использование этих двух природных ресурсов вместо угля может сэкономить до 23 миллиардов долларов на ежегодных расходах энергосистемы. Это также может снизить годовые выбросы углекислого газа на 1,8 гигатонн.

Биоэнергетика, геотермальная энергия, гидроэлектроэнергия и ядерная энергия также занимают центральное место в финансово-конкурентном центре, в значительной степени в зависимости от местоположения.

Из всех известных источников энергии ядерная энергия имеет самый высокий коэффициент использования мощности.

Атомные электростанции могут вырабатывать максимальную мощность более 93% времени в год. Далее идет геотермальная энергия, затем идет природный газ.

Природный газ считается самым экологически чистым и надежным ископаемым топливом, но он по-прежнему не является чистым энергетическим ресурсом.

Вот краткий список некоторых из наиболее распространенных устойчивых источников энергии, которые мы используем сегодня.

#### 1. Энергия ветра

Энергия ветра в Соединенных Штатах утроилась за последние 10 лет, в результате чего энергия ветра стала крупнейшим возобновляемым источником энергии в стране. Энергия ветра – один из альтернативных источников энергии, который обслуживает как отдельных людей, так и целые сообщества. Он универсален и может производиться от небольших ветряных мельниц или ветряных турбин в жилых домах до крупных морских ветряных электростанций в океане.

#### 2. Солнечная энергия

Солнечная энергия чаще всего относится к использованию фотоэлектрических элементов (или солнечных элементов) для создания энергии. В небольшом масштабе вы можете увидеть несколько солнечных панелей на крыше дома, которые используются для производства энергии только для этого дома. В более крупном масштабе вы можете увидеть солнечную ферму, используемую в качестве электростанции для производства электроэнергии для своих потребителей.

#### 3. Гидроэнергетика

Вырабатываемая из энергии движущейся воды, гидроэлектроэнергия (также известная как гидроэнергетика) вырабатывается, когда вода за плотиной заставляет лопасти турбины перемещаться, когда она течет через водозабор. Затем лопасти турбины вращают генератор, вырабатывая электроэнергию, которая отправляется в дома и на предприятия.

#### 4. Геотермальная энергия

Мы генерируем геотермальную энергию, используя подземные резервуары с горячей водой и паром. Геотермальная электроэнергия может напрямую обогреть и охладить здания.

#### 5. Биоэнергетика

Мы производим биоэнергию из органических материалов, известных как биомасса или биотопливо. Некоторыми примерами могут быть недавно живые побочные продукты животных или растений и древесина. Например, метан можно улавливать со свалок для производства биоэнергии, которую мы затем использовали для производства электроэнергии и тепла. Этанол – один из примеров биотоплива, с которым знакомы многие люди.

#### 6. Ядерная энергия

Ядерная энергия создается в виде тепла в процессе деления атомов. Первоначальный процесс деления создает энергию и запускает цепную реакцию, которая повторяет процесс и генерирует больше энергии. На атомных электростанциях тепло, выделяемое при делении, создает пар. Затем пар вращает турбину, что приводит к выработке электроэнергии.

#### 7. Водородная энергия

Водород используется в качестве топлива для экологически чистого горения, что приводит к уменьшению количества загрязняющих веществ и более чистой окружающей среде. Мы также используем его для топливных элементов. Они похожи на батареи и используются для питания электродвигателей.

#### 8. Приливная энергия

При движении приливов мы получаем приливную энергию, когда кинетическая энергия движения воды преобразуется в электрическую. Конечно, это один из конкретных источников энергии, но он очень эффективен. Приливная энергия является возобновляемой и производит большое количество энергии даже во время небольших приливов.

#### 9. Волновая энергия.

Энергия волн - это альтернативный источник энергии, получаемый из волн, движущихся по воде. Энергия волн использует генераторы электроэнергии, размещенные на поверхности океана. Высота волны, длина волны, скорость волны и плотность воды определяют выход энергии. Энергия волн экологически безопасна, возобновляема и безвредна для атмосферы.

Другие названия возобновляемых источников энергии, которые можем услышать, – это чистая энергия или зеленая энергия. Когда мы используем возобновляемые ресурсы для производства энергии, это намного бережнее для окружающей среды, чем сжигание ископаемого топлива.

Правительства и отдельные потребители в равной степени имеют возможность существенно сократить свой углеродный след, напрямую влияющий на глобальное потепление и изменение климата, за счет поиска альтернативных источников энергии. Давайте посмотрим на экологические преимущества чистой энергии, а также на экономические преимущества, которые она может предложить:

Сохранение ископаемого топлива: мы производим возобновляемую энергию, используя практически неисчерпаемые ресурсы. Когда мы используем эти природные ресурсы, нам разрешается экономить и продлевать время за счет невозобновляемых ископаемых

видов топлива, которые находятся в опасной близости к истощению.

Медленное и обратное изменение климата: основной причиной выбросов углекислого газа в Соединенных Штатах является выработка электроэнергии на электростанциях, работающих на ископаемом топливе. Углекислый газ и дополнительные выбросы парниковых газов являются основными причинами изменения климата и глобального потепления. Альтернативные источники энергии имеют гораздо меньший углеродный след, чем природный газ, уголь и другие ископаемые виды топлива. Переход на возобновляемые источники энергии для производства электроэнергии поможет планете замедлить и обратить вспять изменение климата.

Уменьшение неблагоприятных погодных условий: замедляя последствия изменения климата и в конечном итоге обращая их вспять, мы можем ожидать уменьшения экстремальных погодных условий, таких как засухи, наводнения и штормы, вызванные глобальным потеплением [12].

Сведение к минимуму зависимости от топлива: мы можем диверсифицировать наши поставки энергии, широко применяя крупномасштабные технологии использования возобновляемых источников энергии и минимизируя нашу зависимость от импорта топлива.

Развитие экономики и рабочих мест: производство еще большего количества энергетических систем в масштабе коммунальных предприятий может обеспечить экономический рост, а также создание рабочих мест в монтажной и производственной отраслях, не говоря уже об устойчивой энергетической отрасли.

#### IV. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОЕКТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Название проекта: Проект системы энергоснабжения с нулевым выбросом углерода в штаб-квартире в Румайле.

«Рис. 1» – объекты «Синдбад» и «Фаза 0».

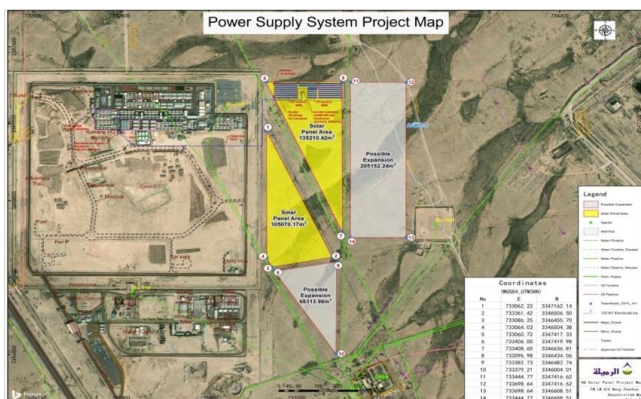


Рис. 1. Объекты проекта

Цели проекта:

- Минимизация выбросов углекислого газа (т. е. покрытие электрических потребностей Синдбада и Фазы 0 фотоэлектрическими панелями и накопителями энергии).
- Разработка и создание экспериментальной концепции (автономной углеродно-нейтральной системы энергоснабжения) для будущего внедрения в различных местах для ВР.

- Сократить использование дизельных генераторов.
- Создание апробированной концепции – автономной углеродно-нейтральной системы энергоснабжения.

Предложение:

Для предлагаемого проекта штаб-квартиры в Румайле, который включает:

- проектирование и монтаж солнечной фотоэлектрической электростанции номинальной мощностью 0,8 МВт, состоящей из 1458 фотоэлектрических модулей, полученные оптимальные значения для угла наклона фотоэлектрических панелей и расстояния между рядами панелей составляют 20° и 6000 мм соответственно;
- установка накопителя энергии номинальной мощностью 1,1 МВтч;
- установка в жилые помещения жилых хранилищ VOLTS 0,54 МВтч (вариант 1 согласно приложению «Основные проектные решения»);
- установка инверторной подстанции, которая также содержит повышающий трансформатор на стороне фотоэлектрической станции.

Покрытие потребления электроэнергии:

Номинальные параметры системы достаточны для покрытия 92 % потребности Синдбада в электроэнергии в течение года. Доля дизель-генераторов в производстве энергии существенно снизится до 96 МВтч / год. Внедрение автономной системы энергоснабжения с нулевым выбросом углерода положительно скажется на углеродном следе штаб-квартиры в Румайле. Ожидается, что средняя экономия выбросов CO2 составит 953,12 т /год.

Объем работ: проектирование, моделирование, поставка, установка оборудования, испытание, пусконаладка и обучение местного персонала.

Штаб-квартира операционной организации Румайла (ROO HQ) расположена на нефтяном месторождении Румайла, недалеко от Басры. Румайла – часть месопотамской равнины, которая образует плоскую местность с несколькими холмами относительно небольшой высоты. Геоморфологически он принадлежит к Аравийской плите. Геологически верхние слои почвы состоят из песчаника, глинистого сланца и известняка. В регионе ROO HQ царит жаркий пустынный климат. Ближайший природный источник воды – водный путь Хавр-Аль-Зубайр. Осадки выпадают в основном зимой и составляют до 150 мм в год. Высокая влажность зимой, иногда превышающая 90 %, обычно из-за близости к заболоченному Персидскому заливу. Летом температура регулярно превышает 50 °С, а зимой в ROO HQ бывает мягкая погода со средней высокой температурой около 20 °С. Наиболее распространенное направление ветра – северо-западное, максимальная скорость ветра превышает 14 м / с. В большинстве дней скорость ветра в районе колеблется в районе 2–3 м / с. Район Румайлы отличается высоким уровнем облучения, что делает его подходящим для установки солнечных электростанций.

Площадка штаб-квартиры зависит от дизель-генераторов, которые обеспечивают электроэнергией все функции жизнеобеспечения штаб-квартиры и бизнес-

функции. Площадка штаб-квартиры разделена на несколько зон, при этом районы Синдбада и Фазы 0 являются объектами пилотного проекта. На рис. 1 область Синдбада выделена красным цветом, а область Фазы 0 – желтым.

Объекты HQ Sinbad в настоящее время приводятся в действие комплектом из 4 дизель-генераторов мощностью 710 кВА. Еще 2 дизель-генератора мощностью 710 кВА поддерживают зону Фазы 0, которая расположена рядом с объектами Синдбад. Дизель-генераторы каждого участка подключаются к определенным электрическим панелям через автоматические выключатели. Затем электроэнергия распределяется по зонам от этих электрических панелей. Электрические системы Синдбада и Фазы 0 в настоящее время не связаны между собой.

Услуги включают в себя:

- 6 двухэтажных офисных зданий;
- 120 жилых корпусов;
- 54 гостиничных номера «Кабина»;
- 3 тренировочных зала;
- 1 здание большого архива (корп. 951 на рис. 2);
- обеспечение установок обратного водоснабжения и инженерных коммуникаций.

Объекты Этапа включают:

- 48 жилых кают;
- большой магазин;
- социальные объекты (парикмахерская, туалеты и вспомогательные здания);
- коммунальные услуги (бытовые и канализационные системы).



Рис. 2. Расположение Синдбада и Фазы 0

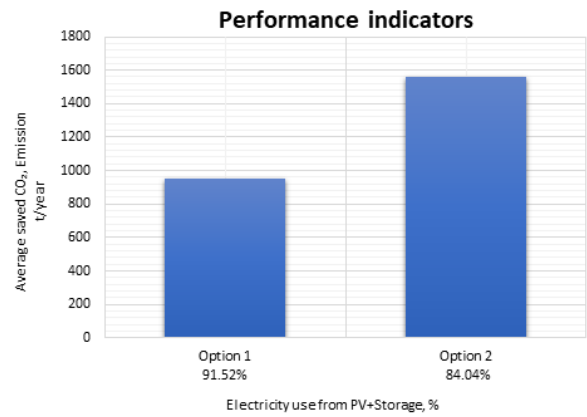


Рис. 3. Показатели эффективности

ТАБЛИЦА I СРАВНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАРИАНТОВ 1–2.

Вариант	PV, МВт	BESS, МВт*ч	Volt s, МВт*ч	Потребление от солнечной энергии, МВт*ч/год	Потребление от BESS и Volts, МВтч/год	Потребление дизельного топлива, МВт*ч/год	Потребление электроэнергии от PV+хранилища, % от годового потребления	Средние экономические выбросы CO <sub>2</sub> , т/год
Вариант 1 (92 % покрытия от PV: Синдбад)	0.8	1.1	0.54	577.05	458.95	96.00	91.52	953.12
Вариант 2 (84 % покрытия от PV: Синдбад+Фаза 0)	1.2	2.0	0.54	945.81	749.19	322.00	84.04	1559.40

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый пилотный проект для штаб-квартиры Румайлы включает проектирование и строительство солнечной фотоэлектрической электростанции номинальной мощностью 0,8 МВт, которая состоит из 1458 фотоэлектрических модулей, системы хранения энергии номинальной мощностью 1,1 МВт\*ч и установки оборудования общей мощностью 0,54 МВтч. Установка инверторной подстанции, которая также содержит повышающий трансформатор, также входит в рамки этого проекта. Полученные оптимальные значения угла наклона фотоэлектрических панелей и расстояния между рядами панелей составляют 20° и 6000 мм соответственно. Строительство системы передачи 11 кВ предпочтительнее для этого пилотного проекта, поскольку это приводит к снижению потерь мощности и напряжения, а также может обеспечить основу для будущей связи электрической сети штаб-квартиры Румайлы. Номинальных параметров системы достаточно для покрытия 92 % потребностей района Синдбад в электроэнергии. Доля дизельных генераторов в производстве энергии значительно снизилась до 96 МВт\*ч/год. Внедрение автономной углеродно-нейтральной системы энергоснабжения окажет положительное влияние на углеродный след штаб-квартиры Румайлы. Ожидается, что предполагаемая средняя экономия выбросов CO<sub>2</sub> составит 953,12 т/год.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Быков А.М. Российская энергетическая статистика [Текст] / А.М. Быков, А.Н. Гончаров, И.С. Улянов // Вопросы статистики. 2008. № 4. С. 9-12.
- [2] Дейч Т. Китай и Индия в Африке [Текст] / Т. Дейч, В. Лопатов // Азия и Африка сегодня. 2007. № 9. С. 20-27.
- [3] Коган А.М. Макрорегулирование высокоразвитого рынка: «невидимая рука», конкуренция, потребности системы [Текст] / А.М. Коган // Современная конкуренция. 2013. №4. С. 98-103.
- [4] Симония Н. Геоэнергетические интересы России в Центральной Азии [Текст] / Н. Симония // МЭ и МО. 2010. №11. С. 3-12.
- [5] Томберг И.Р. Мировой рынок газа [Текст] / И.Р. Томберг // Мировая энергетика в условиях глобализации: вызовы для России. М.: ИМЭМО РАН, 2007. С. 53-76.
- [6] Шеин М. Нефтяные котировки // Мировая энергетика. 2017. № 7. С. 50.
- [7] Liberalization and Regulation in the EU Energy Market // [http://mpira.ub.uni-muenchen.de/6419/].
- [8] Managing Environmental and Social Risks in International Oil and Gas Projects: Perspective on Compliance. Journal of World Energy Law & Business.
- [9] U.S. Energy Information Administration. "Frequently Asked Questions: What Countries Are the Top Producers and Consumers of Oil?" // [https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=709&t=6].
- [10] IBISWorld. «Объем мирового рынка разведки и добычи нефти и газа 2005–2025 гг.» // [https://www.ibisworld.com/global/market-size/global-oil-gas-exploration-production/].
- [11] U.S. Bureau of Labor Statistics. "Industries at a Glance: Mining, Quarrying, and Oil and Gas Extraction: NAICS 21." // [https://www.bls.gov/iag/tgs/iag21.htm].
- [12] U.S. Energy Information Administration. "Short-Term Energy Outlook." // [https://www.eia.gov/outlooks/steo/marketreview/crude.php].
- [13] Европейские инвесторы с оптимизмом встретили данные о росте ВВП США [Электронный ресурс] // [www.k2kapital.com].