

ЭВОЛЮЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ НВИЭ НА ТРАДИЦИОННУЮ ЭНЕРГЕТИКУ НА ПРИМЕРЕ ОСТРОВА САХАЛИН

© 2021 **Красников Владислав Игоревич**

Высшая школа высоковольтной энергетики

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург

E-mail: krasnikov.vi@edu.spbstu.ru

© 2021 **Щеников Егор Михайлович**

Высшая школа высоковольтной энергетики

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург

E-mail: tshenikov.em@edu.spbstu.ru

© 2021 **Дегтярев Иван Александрович**

Высшая школа высоковольтной энергетики

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург

E-mail: degtyarev.ia@edu.spbstu.ru

© 2021 **Богданова Марина Олеговна**

Высшая школа высоковольтной энергетики

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург

E-mail: bogdanova.mo@edu.spbstu.ru

© 2021 **Новикова Ольга Валентиновна**

кандидат экономических наук, Высшая инженерно-экономическая школа

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Россия, Санкт-Петербург

E-mail: novikova-olga1970@yandex.ru

Авторы исследуют реальные перспективы эволюции энергетики, с учетом общемирового тренда большого влияния ВИЭ для России путем оценки технико-экономических последствий в каждом конкретном энергорайоне ввиду неравномерности потенциала реализации различных технологий и формирования неоднозначных проектных решений в электроэнергетических системах. Представлены расчеты технико-экономических последствий реализации ветропарка, обусловленные особенностью энергобаланса острова Сахалин, структурой его экономики и экологических показателей загрязнения воздуха. Оценены показатели экономической эффективности проекта. Сделаны выводы о дополнительных коммерческих эффектах для традиционной энергетики при вводе ВЭС.

Ключевые слова: эволюция энергетики, нетрадиционные возобновляемые источники энергии, валовый региональный продукт, выбросы загрязняющих веществ.

Введение. Исторически сложившиеся технологические трансформации энергетики предполагают глобальный переход в мире на использование новых видов топливных ресурсов или, как характеризуется четвертый энергетический переход, на глобальное использование возобновляемых источников энергии. Однако, энергосистемы мира демонстрирует не равномерность этого перехода. С каждым годом роль нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) в энергетике России становится все ощутимее: увеличивается установленная мощность, расширяется география применения НВИЭ, ве-

дутся разработки по модернизации технологий получения электроэнергии из возобновляемых источников. Их практическое внедрение происходит в мире разными темпами. А для России, имеющей территорию с существенно различающимся потенциалом ВИЭ [1] и неравномерным распределением центров потребления и центров добычи традиционных энергоресурсов ключевое значение имеет общегосударственная или региональная энергетическая политика [2, 3, 4, 5, 6]. Для исследования реальных перспектив эволюции энергетики, которая предполагает большое влияние ВИЭ для России становится

важным прогнозирование и оценка технико-экономических последствий в каждом конкретном энергорайоне [7].

Актуальность. Сахалинская область входит в состав наиболее перспективных для развития НВИЭ регионов страны [8]. Внедрение электростанций на возобновляемых источниках позволит повысить энергоэффективность района, снизить объемы выбросов вредных газов, а также снизить зависимость от дизельного топлива. Особенности экономики региона отражены в ВРП, где видно, что добыча и поставка угля на экспорт является существенной статьёй дохода (57%) [9].

Однако стоит отметить некую противоречивость в актуальности установки ВИЭ в районе города Углегорск. В Центральном районе существует избыток мощности [10], и даже при запланированной модернизации достаточно энергоёмких объектов угледобычи и введения новых электропотребляющих устройств [10] избыток мощности сохранится сверх нормативного. Предположение о существенной экологизации энергетики, требует дополнительного исследования. При изменении источника электропитания объектов угледобывающей промышленности на ветроэнергетическую станцию (ВЭС), экологические показатели в регионе существенно не изменятся, так как в основном качество воздуха страдает как раз в процессе добычи и транспортировки угля. Электроснабжение конвейера от ВЭС исключает выбросы CO₂ при сравнении этой величины с выбросами от альтернативного дизельгенератора. Однако, мы уже определили наличие существенного запаса по мощности от действующих генерирующих объектов. Объективно, причина установки ВЭС в Углегорском районе может состоять в поддержании тренда экологизации генерации и приоритете выбора НВИЭ в качестве мощного источника электроэнергии.

Целью исследования стала оценка перспектив внедрения крупных НВИЭ в энергосеть острова Сахалин. Для этого рассмотрим на конкретном примере экономическую обоснованность создания ВЭС в Углегорском районе и проведем оценку рисков внедрения ВЭС на Сахалине. Основными методами исследования, применяемыми в данной работе, являются анализ статистики, оценка показателей экономической эффективности, PESTEL- анализ, синтез и индукция.

В целом, Сахалинская область является при-

влекательной для строительства ВЭС, так как регион обладает внушительным ветровым потенциалом (Рис. 1.). Это заметили и крупные компании, что привело к тому, что начали прорабатывать проекты ветропарка на острове.

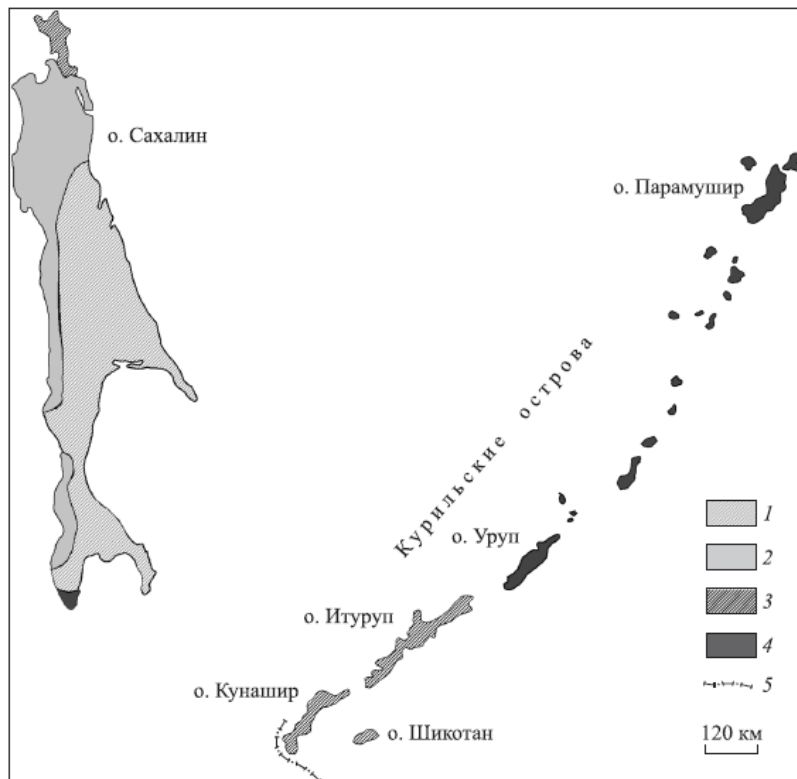
Первым примером стали 2 ВЭУ суммарной мощностью 0.45 МВт в селе Новиково, построенные в 2015 году [11]. Затем, в селе Головино с аналогичной мощностью. В 2021 году появилась новость о том, что будет реализован проект ветропарка мощностью уже 67.2 МВт [12]. Назначение новой ВЭС — снабжение промышленных потребителей “Восточной горнорудной компании” в городе Углегорск.

Планируется, что запуск данной ВЭС улучшит экологическую ситуацию на островах. По данным национального экологического рейтинга Сахалинская область занимает 63 место из 85 субъектов РФ [13]. На Рис. 2 представлены выбросы загрязняющих веществ от отдельных групп источников загрязнения. Выбросы от стационарных источников в 2019 году, по данным Дальневосточного межрегионального управления Росприроднадзора, составили 56,709 тыс. тонн, в том числе: твердых веществ — 11,339 тыс. тонн, газообразных и жидких — 45,37 тыс. тонн. Выбросы от передвижных источников в 2019 году по данным Единой межведомственной информационно-статистической системы Российской Федерации составили 39,21 тыс. тонн.

В Сахалинской области приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха являются диоксид азота, сажа, диоксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества, бензапирен, бензол, сероводород. В 2019 году произошло снижение показателя доли проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам по Сахалинской области по сравнению с предыдущим годом на 34,6% [14].

Полевые и лабораторные исследования качества атмосферного воздуха, проведенные в 2019 году в двух населенных пунктах Углегорского района (г. Углегорск, г. Шахтерск) и на двух угольных разрезах, позволили выявить следующее: в г. Углегорск атмосферный воздух можно отнести к низкой степени загрязнения, в г. Шахтерск — к повышенной степени загрязнения. Среднегодовой комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА5) в 2019 году составил в г. Углегорске 5,3, в г. Шахтерске — 6,6 [14].

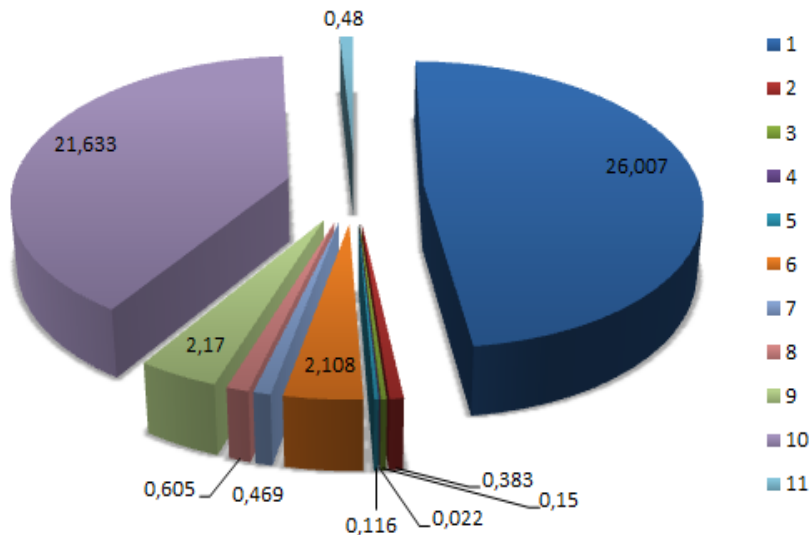
С точки зрения электроснабжения, Углегорск попадает в зону деятельности ПАО Саха-



Распределение среднегодовой скорости ветра в зонах 1–4 на высоте 9–12 м по данным метеостанций Сахалинской области.

Среднегодовая скорость ветра, м/с: 1 – 2–5; 2 – 4–6; 3 – 6–8; 4 – более 8. 5 – государственная граница.

Рис. 1. Карта среднегодовой скорости ветра на территории России



1- Добыча полезных ископаемых; 2 – Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство; 3 – Прочие виды экономической деятельности; 4 – Деятельность профессиональная, научная и техническая; 5 – Деятельность по операциям с недвижимым имуществом; 6 – Транспортировка и хранение; 7- Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов; 8 – Строительство; 9 – Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов; 10 – Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха; 11 – Обрабатывающие производства.

Рис. 2. Выбросы загрязняющих веществ от отдельных групп источников загрязнения по видам экономической деятельности, тыс. тонн

линэнерго в состав Центрального энергоузла, который характеризуется двумя аспектами: сверхнормативный запас мощности и тренд на увеличение спроса. Динамика представлена графиком на рис. 3 [15].

Южно-Сахалинская ТЭЦ-1 и Сахалинская ГРЭС-2 маломаневренные, что может вызвать осложнения в регулировании перетоков мощности при совместной работе с ВЭС. Однако современные устройства контроля и учёта потребления электроэнергии (умные счётчики) и цифровые методы управления энергосетями (цифровая РЭС и цифровая подстанция) вполне могут поспособствовать чёткому и равномерному распределению мощности потребляемой энергосистемой в районе Углегорска, увеличив вероятность внедрения НВИЭ.

Ногликская ГЭС является маневренной, но её не учитываем в связи с небольшой установленной мощностью. Перечисленные выше электростанции позволяют резервировать мощность (см. Таблицу 1) [15].

Оценим выработку и величину потерь в сетях при введении ветропарка в Центральном энергоузле. Экспертами компании «Ветропарк» была определена возможность достижения коэффициента использования установленной мощности: 35% и выше [16]. Однако, согласно

данным Системного оператора, максимальное значение КИУМ (ОЭС Средней Волги) равняется всего лишь 28.43% [17]. Стоит отметить, что приведенное выше значение является среднегодовым, так как в некоторых кварталах коэффициент становится равным 37.35% [18]. Учтем, что проектируемая ВЭС будет работать на добычу, а не в сети, то есть не будет необходимости экстренно отключаться для обеспечения оптимальной работы соседних станций, и примем КИУМ равный 30%. Тогда вырабатываемая электроэнергия за год будет равна:

$$W = 8760 \cdot 67.2 \cdot 0.3 = 176\,602 \approx 177 \text{ млн. кВт}\cdot\text{ч}$$

Потери в сетях составляют около 11% (в год – 19.47 млн. кВт·ч).

Также важными факторами являются среднесуточная скорость ветра и его повторяемость. Среднесуточная скорость ветра в Углегорске определена в среднем за год и составляет 5.2 м/с [19]. Данные по вероятности скоростей ветра приведены в Таблице 2.

Для расчета показателей экономической эффективности была проведена оценка себестоимости с учетом капитальных затрат (проект рассматривается на период с 2022 по 2035 год). Полученные данные сведены в таблицу 3.

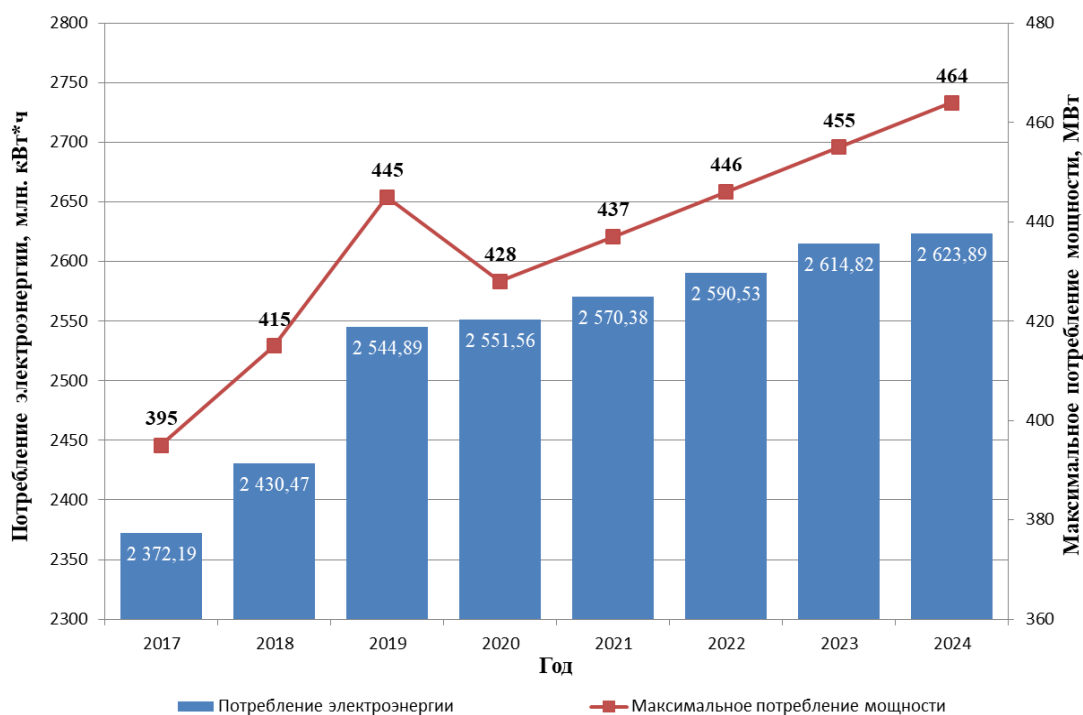


Рис. 3. Графики максимального потребления электроэнергии и мощности Центрального энергорайона

Таблица 1. Баланс мощности Центрального энергорайона, МВт

Наименование показателей	2020 г.	Часть в производстве э/э, %	Вид топлива
Суммарная установленная мощность, в т.ч.	634,74	100	
«Южно-Сахалинская ТЭЦ-1»	455,24	78,3	Природный газ (основное) Бурый уголь, мазут (резервное)
«Сахалинская ГРЭС-2»	120	13,9	Бурый уголь, мазут
«НГЭС»	48	7,02	Природный газ
Блок-станции, в т.ч.	11,5		
«Томаринская ТЭЦ»	6,5	0,5	Уголь
«Холмская ТЭЦ»	5	0,1	Уголь, мазут
Максимум потребления мощности	428		
Нормативный резерв мощности	170		
Резерв мощности в % от максимума потребления	39,72		
Итого потребность в мощности	598		
Дефицит (-), избыток (+) располагаемой мощности	33,74		

Таблица 2. Вероятность возникновения потоков различных скоростей

Вероятность, %	19,4	17,2	16,3	15,4	13,2	11,9	3,1	1,8	1,8
Скорость ветра, м/с	3,4–5,4	5,5–7,9	0,3–1,5	1,6–3,3	0–0,2	8–10,7	10,8–13,8	13,9–17,1	17,2–20,7

Таблица 3. Экономические показатели проекта

Показатель	Величина
Установленная мощность	67.2 МВт
CAPEX	7196 млн. руб
OPEX	1707 млн. руб
DPBP	11 лет
NPV	1834.6 млн. руб
IRR	10.9%
PI	1.18
Бюджетный эффект	2561 млн. руб

Для наглядности оценим удельную величину капитальных затрат:

$$CAPEX_{уд} = \frac{7196000000}{67.2 \cdot 1000} = 107 \text{ тыс.руб/кВт}$$

Согласно данным Минэнерго [20], предельные капитальные затраты на возведение 1 кВт мощности ВЭС в 2020 году составили 109451 руб/кВт, а средние — 65000 руб/кВт. Таким образом, полученное значение находится в диапазоне, ближе к верхней границе.

При оценке операционных затрат за основу были взяты данные из [21]:

$$C = \frac{1706925340}{67.2 \cdot 1000 \cdot 13} = 2 \text{ тыс.руб/кВт}$$

Согласно информации Российской Ассоциации Ветроиндустрии (РАВИ) операционные затраты могут варьироваться от 1500 до 3000 руб/кВт [22].

Риск изменения чистого дисконтированного дохода с течением времени рассчитан для трех

ставок дисконтирования (Рис. 4).

При определении выручки были использованы реальные величины тарифов на электроэнергию и мощность, причем была рассмотрена динамика их изменения во времени, что позволило спрогнозировать их величину до 2035 года.

Авторами определена ожидаемая динамика выручки от продажи электроэнергии и мощности ВЭС за рассматриваемый период. Соответствующий график приведен на рис. 5.

На рис. 5 синим цветом выделена выручка от продажи мощности, а красным — от продажи электроэнергии.

С целью определения основных рисков, с которыми придется столкнуться при реализации проекта, был проведен PESTEL-анализ строительства ВЭС на Сахалине. Были также предложены меры по управлению данными рисками (см. Таблицу 4).

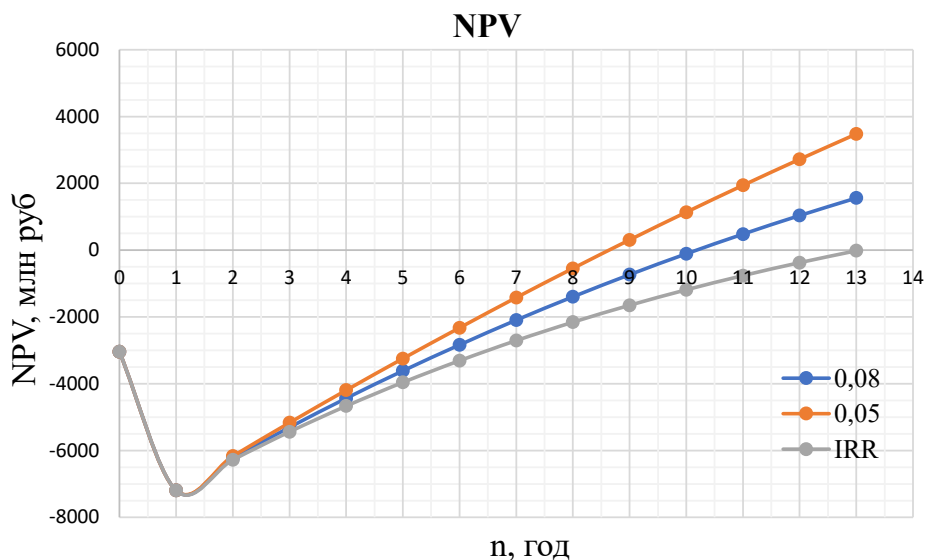


Рис. 4. График NPV

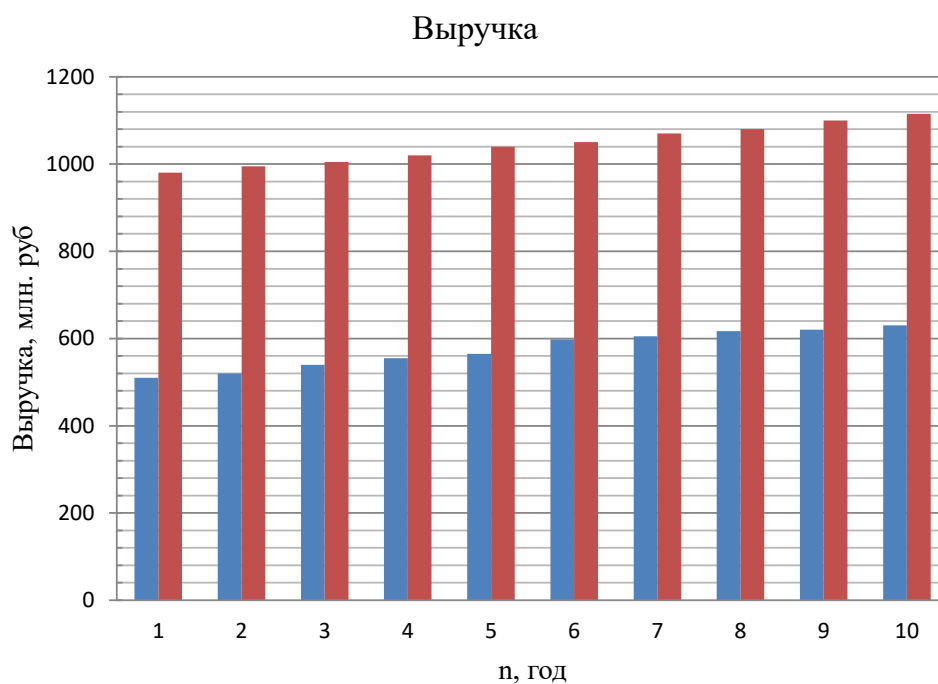


Рис. 5. Динамика выручки за 10 лет

Таблица 4. PESTEL-анализ

Риск	Управление риском
Политические риски	
Потеря рынков сбыта угля, связанная с обострением внешнеполитической обстановки	Принятие и учет при управлении проектом
Экономические риски	
Увеличение сроков строительства, связанное с тяжелыми климатическими условиями	Снижение — грамотное составление плана строительных работ, которое бы минимизировало влияние погодных условий
Социокультурные риски	
Снижение надежности электроснабжения потребителей при выходе из строя оборудования, связанного с неблагоприятными погодными условиями	Снижение — применение методов прогнозирования и непрерывного мониторинга состояния ветроустановок, погодных условий
Технологические риски	
Выход из строя оборудования, вызванный ускоренным старением в тяжелых климатических условиях	Принятие и учет при управлении проектом
Запирание мощностей, вызванное наличием старых и изношенных сетей	Принятие и учет при управлении проектом
Экологические риски	
Изменение микроклимата, вызванное строительством крупного ветропарка	Снижение — моделирование ВЭС, которое позволило бы оценить негативное влияние на микроклимат
Юридические риски	
Изменение требований программы ДПМ ВИЭ-2 или их несоблюдения	Принятие и учет при управлении проектом

С учетом вышеизложенного, можно сделать вывод, что проект строительства ВЭС на Сахалине именно в указанном месте имеет ряд значительных рисков. К ним можно отнести существующий избыток мощностей энергорайона и большое число аварий, вызванных погодными условиями [3]. С другой стороны, несмотря на привлекательность использования ветрового ресурса острова Сахалин, существует ряд других, более перспективных для развития ветроэнергетики мест даже внутри острова [23]. Более того, ВЭС характеризуются меньшими сроками эксплуатации по сравнению со станциями на традиционных источниках энергии.

Одним из наиболее значимых драйверов, располагающих к строительству ВЭС на Сахалине, является наличие углеродного налога, которым облагается импортируемая в страны продукция, при производстве которой было выделено значительное количество парниковых газов [24]. Использование электроэнергии, произведенной на ветроустановках, позволит снизить их величину при экспорте угля. Это особенно важно вследствие того, что основная часть добытого угля поставляется в зарубежные страны, которые данную политику учитывают [25]: Китай, Южную Корею, страны Юго-Восточной Азии [3].

Экспертами обосновывается улучшение экологической обстановки в регионе, связанное с сокращением выбросов 176 тонн углекислого газа в год при реализации концепции “Зеленого углеродного кластера”, частью которого и является строительство данной ВЭС [26]. Однако это станет возможным, если существующие объекты генерации на традиционных ресурсах снизят свою нагрузку.

Выводы

В ходе исследования был сделан вывод о том, что установка ВЭС на острове Сахалин является технически и экономически реализуемым проектом. Было выявлено, что вероятность прямого положительного экологического эффекта реализации данного проекта незначительна, в связи с тем, что вывод из эксплуатации действующих ТЭЦ не произойдет. Внедрение ВЭС в условиях избытка мощности приведет к снижению КИУМ ТЭС. Можно сделать вывод, что осуществление данного проекта позволит получить России практический опыт в создании и эксплуатации источников ВИЭ и продемонстрировать свою приверженность к эволюции энергетики. Также реализация проекта повлияет на имидж компании по добыче угля, которая продемонстрирует экологические улучшения.

Было выявлено что внедрение ВЭС в энергосистему является технически и экономически осуществимой задачей, однако имеется необходимость в модернизации методов управления и распределения энергии на Сахалине, для устойчивого контроля перетоков мощности в сети и во избежание нестабильности в системе выработки и потребления энергии.

Ввиду отсутствия опыта реализации экологических технологий добычи, транспортирования и использования угля, например в цикле Аллама [27], авторы считают целесообразным рассмотрение эволюции энергетики с учетом экономических и экологических интересов региона.

Библиографический список

1. Аналитический обзор. Потенциал возобновляемых источников энергии в России. Существующие технологии. [Электронный ресурс] URL: <https://allbeton.ru/upload/iblock/d80/potencial-vozobnovlyaemih-istochnikov-energii-v-rossii-analiticheskiy-obzor.pdf> (Дата обращения 26.06.2021)
2. Государственная политика в области развития возобновляемой энергетики. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-politika-v-oblasti-razvitiya-vozobnovlyaemoy-energetiki/viewer> (Дата обращения 26.06.2021)
3. Стратегия социально-экономического развития сахалинской области на период до 2035 года. [Электронный ресурс] URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/97d67779605e3966c56c0cdf1a9d221d/SO.pdf> (Дата обращения 26.06.2021)
4. Бугаева, Т.М. Развитие и реализация возобновляемой энергии в России: проблемы и перспективы / Т.М. Бугаева, А.С. Куропятник, В.В. Бразовская // Неделя науки СПбПУ: Материалы научной конференции с международным участием. Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли. В 3-х частях, Санкт-Петербург, 18–23 ноября 2019 года. — Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2019. — С. 154–157.
5. Юркова, А.Б. Оценка перспектив развития возобновляемой энергетики в Республике Крым / А.Б. Юркова, Т.М. Бугаева // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 14–19 ноября 2016 года / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. — Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2016. — С. 356–359.
6. Кичигин, О.Э. Институциональный аспект формирования стратегических ориентиров государственной энергетической политики на региональном уровне при реализации стратегии национальной экономической безопасности / О.Э. Кичигин, Д.Г. Родионов // Экономика и предпринимательство. — 2017. — № 10–2(87). — С. 394–399.
7. Дмитриев, Н.Д. Оптимизация управленческих процессов в электроэнергетике на основе математического моделирования / Н.Д. Дмитриев, Д.Г. Родионов, С.А. Жильцов // Kant. — 2021. — № 1(38). — С. 18–23. — DOI 10.24923/2222–243X.2021–38.4.
8. Григорьев, И.В. Применение альтернативных источников энергии на территории Сахалинской области / И.В. Григорьев. // Молодой ученый. — 2018. — № 26 (212). — С. 40–42. — URL: <https://moluch.ru/archive/212/51777/> (дата обращения: 26.06.2021).
9. Губернатор и правительство сахалинской области. Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://sakhalin.gov.ru/?id=410> (Дата обращения 26.06.2021)
10. Указ об утверждении Схемы и Программы развития электроэнергетики Сахалинской области на 2020–2024 годы. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/570766695> (Дата обращения 26.06.2021)
11. ПАО «Передвижная энергетика». Официальный сайт. [Электронный ресурс] URL: <http://xn--7sbbfhcgaebgxbg2a2bcytk6b4ppb.xn--p1ai/projects/veu-v-sele-novikovo/> (Дата обращения 26.06.2021)
12. Российское государственное информационное агентство ТАСС. Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://tass.ru/ekonomika/10978695> (Дата обращения 26.06.2021)
13. Общероссийская общественная организация «Зеленый патруль». Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshechego-reytinga/ekologicheskij-reyting-subektov-rf?tid=426>
14. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Сахалинской области в 2019 году. Министерство экологии Сахалинской области. Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://ecology.sakhalin.gov.ru/grajdanin/doklad-ehcology/> (Дата обращения 26.06.2021)
15. Схема и программа развития электроэнергетики Сахалинской области. [Электронный ресурс] URL: https://minenergo.sakhalin.gov.ru/site_get_file/1206/ (Дата обращения 26.06.2021)

16. Российская ассоциация ветроиндустрии. Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://rawi.ru/2021/04/zeleniy-veter-sahalina/> (Дата обращения 26.06.2021)
17. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2020 году. [Электронный ресурс] URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2021/ups_rep2020.pdf (Дата обращения 26.06.2021)
18. Анализ показателей балансов электрической энергии и мощности ЕЭС России. [Электронный ресурс] URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/ups-review/2021/ups_balance_analysis_2021q1.pdf (Дата обращения 26.06.2021)
19. Портал Climate-Energy. Ru [Электронный ресурс] URL: https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/wdsp/climate_sprav-wdsp_3208802127.php (Дата обращения 10.07.2021)
20. Министерство энергетики Российской Федерации. Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://minenergo.gov.ru/node/489> (Дата обращения 26.06.2021)
21. *Детярев, К. С.* Экономика возобновляемой энергетики в мире и в России / К. С. Детярев. // Научный сотрудник МГУ имени М. В. Ломоносова. — 2017. — № 9 (189). — С. 80–90. — URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/ekonomika-vozobnovlyayemyu-energetiki-v-mire-i-v-rossii> (дата обращения: 26.06.2021).
22. ОБЗОР российского ветроэнергетического рынка за 2018 год. [Электронный ресурс] URL: <https://rawi.ru/wp-content/uploads/2019/03/rawi-report-2018-full.pdf> (Дата обращения 26.06.2021)
23. Агентство нефтегазовой информации. Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://www.angi.ru/> (Дата обращения 26.06.2021)
24. What's a carbon tax? [Электронный ресурс] URL: <https://www.carbontax.org/whats-a-carbon-tax/> (Дата обращения 26.06.2021)
25. Международные подходы к углеродному ценообразованию. [Электронный ресурс] URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/c13068c695b51eb60ba8cb2006dd81c1/13777562.pdf> (Дата обращения 26.06.2021)
26. ООО «Восточная горнорудная компания». Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <https://www.eastmining.ru/novosti/vostochnaia-gornorudnaia-kompaniia-predstavila-kontseptciuu-zelenogo-ugol-nogo-klastera/> (Дата обращения 26.06.2021)
27. Инновационная теплоэлектростанция работает без выбросов CO₂ [Электронный ресурс] URL: <https://econet.ru/articles/155469-innovatsionnaya-teploelektrostantsiya-rabotaet-bez-vybrosov-co2> (Дата обращения 26.06.2021)