

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

КОРБАН Л.К.<sup>1</sup>, ЗАБОЛОЦКАЯ Е.Н.<sup>2</sup>, ЗЮГАНОВА Д.О.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> доцент кафедры «Экономика, организация строительства и  
управление недвижимостью»

<sup>2</sup> студент специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»

<sup>3</sup> выпускник специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

*Изучение мировых достижений в области возобновляемой (регенеративной) «зеленой» энергетики, в частности основных характеристик и технико-экономических особенностей ветроэнергетик, и оценка экономической эффективности строительства ветроэнергетической установки в Республике Беларусь является одной из актуальных задач в области энергетики.*

*В процессе работы были изучены теоретико-методические аспекты инвестиционной деятельности в части использования возобновляемых источников энергии, проанализированы имеющиеся аналитические данные в области получения энергии из возобновляемых источников, в особенности ветроэнергетики.*

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетическая установка, инвестиционный проект, источники финансирования, чистый дисконтированный доход, норма доходности, срок окупаемости.

## THE EVALUATION OF CONSTRUCTION EFFICIENCY OF A WIND POWER PLANT

KORBAN L.K.<sup>1</sup>, ZABOLOTSKAYA E.N.<sup>2</sup>, ZYUGANOVA D.O.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> associate professor of the Department «Economics, Organization of construction and real estate management»

<sup>2</sup> student of the specialty 1-27 01 01 «Economics and organization of production»

<sup>3</sup> graduate of the specialty 1-27 01 01 «Economics and organization of production»  
Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

*The study of world achievements in the field of renewable (regenerative) "green" energy, in particular the basic characteristics and technical and economic features of wind power, and the assessment of the economic efficiency of the construction of the wind power plant in the Republic of Belarus is one of the topical tasks in the field of energy.*

*In the process of work, theoretical and methodological aspects of investment activity were studied in terms of the use of renewable energy sources, analyzed analytical data in the field of energy production from renewable sources, especially wind power industry.*

Key words: renewable energy sources, wind power plant, investment project, sources of financing, net present value, rate of return, payback period.

## ВВЕДЕНИЕ

Зеленая энергетика развивается опережающими темпами. Об этом на сессии «Глобальные вызовы и тренды развития ВИЭ» в 2019 году заявил генеральный директор Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (IRENA) Франческо Ла Камера [1].

В последнее время наблюдается резкое снижение стоимости возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Сейчас 1 кВт энергии стоит менее 2 центов, если он произведен через ВИЭ, при ветрогенерации цена — 1,5 цента за киловатт.

По оценкам IRENA, электроэнергия, вырабатываемая установками ВИЭ, в том числе использующими солнечную генерацию будет дешевле, чем вырабатываемая за счет угля, нефти и иных ископаемых источников топлива.

В Республике Беларусь возобновляемая энергетика не рассматривается в качестве прямого конкурента традиционным углеводородам.

Министерство энергетики выделило квоты на 2019 - 2021 для строительства установок на возобновляемых источниках энергии. Энергия с установок, введенных в рамках квот, выкупается Белэнерго по повышенным тарифам.

Всего выделено 132,7 МВт квот, из них квота для ветряков – 35,7 МВт.

Увеличение в хозяйственном обороте доли ВИЭ является составляющей частью национальной стратегии энергосбережения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным ГПО «Белэнерго», на 01.01.2021 установленная мощность Белорусской энергосистемы составляет 10 073,99 МВт, в том числе:

- 8 897,31 МВт – 67 энергоисточников ГПО «Белэнерго», из них:
- 42 тепловых электростанций мощностью 8800,19 МВт, в том числе 12 тепловых электростанций высокого давления мощностью 8148,57 МВт;
- 24 гидроэлектростанции установленной мощностью 88,11 МВт;
- Новогрудская ветроэлектрическая станция мощностью 9 МВт;
- 1 176,68 МВт – энергоисточники, не входящие в состав ГПО «Белэнерго» [2].

Диверсификация видов энергоресурсов, согласно Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1084 от 23.12.2015, является одним из направлений развития топливно-энергетического комплекса страны на долгосрочную перспективу [3].

Отношения, связанные с использованием ВИЭ для производства электрической энергии и ее потреблением, производством установок по использованию ВИЭ, регулируются Законом Республики Беларусь №204-З от 27.12.2010 «О возобновляемых источниках энергии» [4].

Порядок создания новых, модернизации и реконструкции действующих установок по использованию ВИЭ определен Указом Президента Республики Беларусь от 18.05.2015 № 209 «Об использовании возобновляемых источников энергии» и постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 6 августа 2015 года № 662 «Об установлении и распределении квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии» [5].

Тарифы на электрическую энергию, производимую из ВИЭ, установлены постановлением Министерства экономики Республики Беларусь от 07.08.2015 № 45 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии на территории Республики Беларусь индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, не входящими в состав государственного объединения электроэнергетики «Белэнерго», и отпускаемую энергоснабжающим организациям данного объединения».

Для строительства ВЭУ на площадках, где среднегодовая скорость ветра на высоте 10 м составляет 3,0-3,5 м/с, предпочтительно использование установок большей единичной мощности при их высоте более 100 м.

Развитие ветроэнергетики в Беларуси началось с установки в 2000-х годах по инициативе Белорусского отделения Международной академии экологии и благотворительных организаций Германии двух ветроэнергетических установок «Nordex-29» (55 метров, 250 кВт) и «Yakobs» (65 метров, 600 кВт) в поселке Занарочь Минской области.

По состоянию 01.10.2020 в Республике Беларусь действуют 108 ветроэнергетических установок (ВЭУ) мощностью 120,3 МВт. Крупнейшая ветроэлектрическая станция (ВЭС) – 6 объединенных ВЭУ по 1,5 МВт каждая, РУП «Гродноэнерго» в Новогрудском районе (9 МВт).

За 2019 год установками по использованию ВИЭ суммарно произведено около 1 млрд. кВт·ч электрической энергии. Доля ВИЭ в объеме валового потребления ТЭР к 2020 году превысила 7,1 % (при запланированном уровне в 6 %). За счет использования возобновляемых ресурсов в стране производится 2,47 % электрической и 10,6 % тепловой энергии.

Инициатором и инвестором строительства ветроэнергетической установки и инженерно-транспортной инфраструктуры в Новогрудском районе является Общество с ограниченной ответственностью «Э-Инвест», созданное для реализации проекта по созданию установок по использованию возобновляемых источников энергии ветра мощностью 4 000 кВт, для которого размеры коэффициентов к тарифам на продажу электрической энергии по ветроустановкам определены на уровне 1,19.

Разработчиком проектной и предпроектной (предынвестиционной) документации было Научно-производственное общество «Зеленая энергетика» (г. Минск), основной сферой деятельности которого является полный комплекс работ и услуг по объектам малой и нетрадиционной энергетики.

Этапы реализации проекта по строительству ВЭУ:

1. Исследовательские работы: выбор площадки; оценка ветропотенциала в месте реализации проектов; выбор ВЭУ и поставщика оборудования; получение предварительных технических условий в РУП «Гродноэнерго», определяющих предварительную схему подключения объекта к электрическим сетям; расчет экономической эффективности проекта.

2. Согласование участка под строительство объекта.

3. Разработка проектно-сметной документации и согласование ее разделов в государственных органах управления; прохождение государственной экспертизы проекта в РУП «Главгосстройэкспертиза».

4. Выполнение строительно-монтажных работ: доставка оборудования ВЭУ на участки строительства; возведение фундамента; строительство линий электропередач и трансформаторной подстанции; монтаж ВЭУ и подключение к сети; строительство транспортно-инженерной инфраструктуры.

5. Выполнение пусконаладочных работ.

6. Сдача ВЭУ в промышленную эксплуатацию.

Общая площадь земельного участка составляет 0,985 Га. Данная территория является землями сельскохозяйственного назначения. Участок предоставляется в аренду.

В качестве поставщика оборудования выбрана компания Vestas Central Europe, резидент Дании, которая является одной из крупнейших в мире компаний, специализирующихся исключительно на энергии ветра.

Монтаж оборудования осуществлен силами специализированной организации-подрядчика.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) в составе ветроэнергетических станций (ВЭС) предназначены для преобразования энергии ветровых потоков в электрическую энергию с последующим ее использованием локальными потребителями и (или) передачей в централизованные электрические сети.

Ветровые турбины Vestas 100B-2,0 МВт и 110B-2,0 МВт являются регулируемыми с помощью шага поворота лопасти ветровыми турбинами, устанавливаемыми с наветренной стороны, с активным поворотом в горизонтальной плоскости и роторами с тремя лопастями.

Все турбины оснащены функцией OptiTip®, благодаря которой шаговый угол лопастей регулируется до оптимального угла для текущих условий ветра, что оптимизирует выработку электроэнергии и уровень шума.

Выйти на проектную мощность планируется в 2022 году. Валюта расчета – тыс. USD.

В процессе работы были выполнены следующие расчеты: сводные показатели по проекту и прогнозируемые цены на продукцию; программы производства и реализации продукции; расчет затрат на сырье и материалы, производство и реализацию продукции; расчет потребности в чистом оборотном капитале; инвестиционные затраты и источники финансирования; условия предоставления долгосрочных займов и расчет их погашения; условия предоставления долгосрочного кредита и расчет его погашения; расчет погашения долгосрочных обязательств; расчет прибыли от реализации; расчет налогов, сборов и платежей; расчет потока денежных средств по организации; проектно-балансовая ведомость по организации; расчет чистого потока наличности и показателей эффективности; расчет ставки дисконтирования и показателей чувствительности проекта.

Все расчеты являются собственной разработкой авторов, но в связи с ограничением объема в данную статью не включены.

Горизонт расчета по проекту принят равным 11 лет (2020-2030), что связано с необходимостью проследить динамику экономического развития предприятия и оценить его возможность рассчитаться по долгосрочным обязательствам.

Таблица 1 - Основные сведения по проекту

Наименование показателя	Значение
Горизонт расчета	11 лет (2020 – 2030)
Обоснование горизонта расчета	расчет окупаемости проекта
Ставка дисконтирования	8,70%
Дата составления экономической части	31 мая 2020 г.
Обоснование (расчет) ставки дисконтирования	средневзвешенная ставка дисконта с учетом структуры капитала*
Период принятый за базовый	2019
Валюта расчета	тыс. USD
Официальный курс белорусского рубля за единицу валюты расчета на дату составления экономической части	2,41
Официальный средневзвешенный курс белорусского рубля за единицу валюты расчета за базовый период	2,16

Источник: собственная разработка авторов на основании полученных исходных данных.

Первые капитальные затраты по проекту – май 2020 года. Ввод в эксплуатацию объекта намечен на февраль 2021 года.

Капитальные затраты без НДС, или стоимость инвестиционного проекта, составляют 5 440,3 тыс. USD, в том числе:

- проектно-изыскательские работы (ПИР) – 58,3 тыс. USD;
- строительно-монтажные работы (СМР) – 798,8 тыс. USD;
- оборудование – 4 583,2 тыс. USD;

НДС по капитальным затратам составит 218,7 тыс. USD.

Суммарная потребность в инвестициях предприятия составит 7 984,8 тыс. USD, в том числе:

- капитальные затраты с НДС – 5 659,0 тыс. USD;
  - прирост чистого оборотного капитала – 151,2 тыс. USD;
- финансовые издержки по проекту – 2 174,5 тыс. USD

Финансирование суммарной потребности в инвестициях предполагается осуществить за счет средств источников, представленных в таблице 2.

Таблица 2 - Источники финансирования инвестиционных затрат

<b>Источники финансирования инвестиционных затрат</b>	<b>Без учета издержек финансирования</b>	<b>С учетом издержек финансирования</b>
Собственные средства	2,60%	27,88%
Заемные средства	97,40%	72,12%

Источник: собственная разработка авторов на основании расчетов.

За счет собственных средств планируется финансирование:

- прироста чистого оборотного капитала – 151,2 тыс. USD;
- процентов по кредитам – 2 128,2 тыс. USD.

На финансирование капитальных затрат предприятие планирует привлечь заемных средств на сумму 5 659,0 тыс. USD:

Аккредитив (с формированием покрытия за счет кредита банка) – 3 042,6 тыс. USD, (срок предоставления – 8 лет (96 месяцев), процентная ставка на момент аккредитива – 7% годовых и выплата комиссии 1,55% годовых раз в три месяца, процентная ставка по кредиту – 9,5%, выплата основного долга по кредиту предполагается с сентября 2021 года.

Займ третьего лица – 1 611,0 тыс. USD, срок предоставления – 8 лет 4 месяца (101 месяц), выплата основного долга – сентябрь 2021 года.

Кредит банка – 1 005,5 тыс. USD, срок предоставления (срок предоставления – 8 лет (96 месяцев), процентная ставка – 9,0%, выплата основного долга по кредиту предполагается с сентября 2021 года.

На финансирование части финансовых издержек будет привлечен:

Займ третьих лиц – 99,5 тыс. USD (на финансирование финансовых издержек до момента ввода в эксплуатацию проекта).

Проценты по кредиту с момента ввода в эксплуатацию проекта будут профинансированы за счет собственных средств.

Расчет затрат на производство и реализацию продукции определен исходя из плановых калькуляций.

Списочная численность ООО «Э-Инвест» после ввода ветроэнергетических установок будет составлять 5 человек: руководители – 2 человека; рабочие – 3 человека.

Для эксплуатации ветроэнергетических установок, транспортной и инженерной инфраструктуры к ним в Новогрудском районе будут привлекаться специалисты и рабочие по договорам подряда.

Расчет налогов и иных платежей в бюджет и внебюджетные фонды осуществлялся в соответствии с действующим на момент составления инвестиционного проекта налоговым законодательством Республики Беларусь.

Расчет показателей рентабельности, платежеспособности, ликвидности свидетельствует о том, что осуществление инвестиционных планов обеспечит предприятию достаточный уровень рентабельности продукции.

Значения показателей эффективности (срок окупаемости, ВСД, ИД) приведены по состоянию на конец 2030 года.

ЧДД по проекту составит 904,1 тыс. USD. Он показывает абсолютную величину прибыли, приведенной к началу реализации проекта.

Простой срок окупаемости – 6 лет 6 месяцев.

Динамический срок окупаемости – 8 лет 10 месяцев.

Индекс доходности (ИД) инвестиций характеризует отдачу проекта на вложенные в него средства. При расчете эффективными считаются проекты, у которых индекс доходности более 1. За период 2020-2030 годов ИД данного проекта составит 1,17.

ВНД – интегральный показатель, рассчитываемый нахождением ставки дисконтирования, при которой стоимость будущих поступлений равна стоимости инвестиций (ЧДД равен нулю). Для оценки эффективности проекта необходимо значение ВСД сопоставить с принятой в проекте нормой дисконта. ВНД по проекту составит 12,28%.

Значения показателей устойчивости финансового положения свидетельствуют о стабильности организации в течение прогнозируемого периода:

– рентабельность продаж (по прибыли от реализации) по организации достигнет значения 58,07% в 2030 году;

– рентабельность продукции (по прибыли от реализации) по организации достигнет значения 229,79% в 2030 году;

– коэффициент обеспеченности финансовых обязательств активами будет равен 0,994.

Анализ данных позволяет сделать вывод, что на предприятии в рамках данного проекта не допускается: увеличение капитальных затрат – на 18,12%; изменение цен на продукцию – на 11,03%; увеличение затрат – на 38,15%.

## ВЫВОДЫ

Для повышения энергоэффективности национальной экономики приоритет имеет реализация комплекса мероприятий энергосберегающей политики на основе максимально возможного и экономически целесообразного вовлечения в топливно-энергетический баланс местных видов топлива, вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии [1].

Белорусская энергетика в первую очередь также связана с развитием атомных технологий, что не исключает развитие такого направления, как строительство ветроэнергетических установок.

Приведенные расчеты эффективности проекта строительства ветроэнергетической установки свидетельствуют о его окупаемости и прибыльности для инвестора и пользе для общества с точки зрения экологии.

Работа по созданию объектов ВИЭ носит системный характер, и благодаря совместному сотрудничеству государства, бизнеса, науки, образования и гражданского общества развитие возобновляемой энергетики будет продолжено.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Портал о нефти и химии Беларуси «Нефтехимия» [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://belchemoil.by/> – Минск, 2021.

2. Государственное производственное объединение электроэнергетики «БЕЛЭНЕРГО» [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.energo.by/content/investoram/vozobnovlyaemaya-energetika/> – Минск, 2021.

3. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021-2025 годы 24 февраля 2021 № 103: постановление Совета Министров Республики Беларусь // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pravo.by/> – Минск, 2021.

4. О возобновляемых источниках энергии: Закон Республики Беларусь 27 декабря 2010 г. № 204-3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pravo.by/> – Минск, 2021.

5. Об установлении и распределении квот на создание установок по использованию возобновляемых источников энергии 6 августа 2015 года № 662: постановление Совета

Министров Республики Беларусь // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pravo.by/> – Минск, 2021.

6. Об утверждении правил по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов: постановление Министерства экономики Республики Беларусь 31.08.2005 г. № 158 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pravo.by/> – Минск, 2021.

7. Голубова О.С., Корбан Л.К. / Ценообразование в строительстве – Минск: БНТУ, 2020. – 319 с.

8. Ример, М. И., Экономическая оценка инвестиций: учебник для вузов. 5-е изд., переработанное и дополненное (+ обучающий курс) / М. И. Ример - СПб.: Питер, - 2014. – 432с.

## REFERENCES

1. Portal about oil and chemistry of Belarus «Petrochemistry» [Electronic resource] - Electronic data. - Access mode: <https://belchemoil.by/> - Minsk, 2021.

2. State Production Association of Electric Power Industry «BELENERGO» [Electronic resource] - Electronic data. - Access mode: <https://www.energo.by/content/investoram/vozobnovlyae-maya-energetika/> - Minsk, 2021.

3. State Program «Energy Saving» for 2021-2025 February 24, 2021 No. 103: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus // National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus / [Electronic resource] - Access mode: <https://pravo.by/> - Minsk, 2021.

4. On renewable energy sources: Law of the Republic of Belarus on December 27, 2010 No. 204-3 // National legal Internet portal of the Republic of Belarus / [Electronic resource] - Access mode: <https://pravo.by/> - Minsk, 2021.

5. On the establishment and distribution of quotas for the creation of installations for the use of renewable energy sources on August 6, 2015 No. 662: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus // National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus / [Electronic resource] - Access mode: <https://pravo.by/> - Minsk, 2021.

6. On the approval of the rules for the development of business plans for investment projects: Resolution of the Ministry of Economy of the Republic of Belarus on August 31, 2005, No. 158 // National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus / [Electronic resource] - Access mode: <https://pravo.by/> - Minsk, 2021.

7. Golubova O.S., Korban L.K. / Pricing in construction - Minsk: BNTU, 2020. - 319 p.

8. Rimer, MI, Economic assessment of investments: textbook for universities. 5th ed., Revised and supplemented (+ training course) / MI Rimer - SPb.: Peter, - 2014. – 432 p.