Государственное учреждение образования

«Новосёлковский учебно-педагогический комплекс детский сад – средняя школа Несвижского района»

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

«ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ.

МЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЕТРА»

Работу выполнил:

учащийся 11 класса

Цымбал Николай Олегович

Руководитель:

учитель трудового обучения

Федорчук Зоя Викторовна

Адрес учреждения образования:

222604,

Минская область,

Несвижский район,

д. Старые Новосёлки,

ул. Центральная, 39

телефон: (8-01770) 45329

2021

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc64488218)

[I. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ 5-6](#_Toc64488219)

[Глава 1. Ветроэнеогетические установки (ВЭУ) 5](#_Toc64488220)

[1.1. Ветроэнергетика Беларуси 5](#_Toc64488221)

[1.2. История ветряной установки в д. Амлынцы 5](#_Toc64488222)

[1.3. Принцип действия ветроустановки](#_Toc64488223) 5

[1.4 Основные потребители энергии ветра 6](#_Toc64488224)

II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 7-9

Глава 2. Исследования эффективности ветрогенератора 7

2.1. Разрешения необходимые на установку ветрогенератора 7

2.2. Ветрогенератор на службе у хозяйства 7

2.3 Расчет выработки ветрогенератора на основе значений скорости ветра [7](#_Toc64488225)

[2.4. Расчет прибыльности ветрогенератора 7](#_Toc64488226)

[III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ 10](#_Toc64488231)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ: 11](#_Toc64488232)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 12-15](#_Toc64488233)

ВВЕДЕНИЕ

Рост мирового энергопотребления и неизбежное сокращение природных запасов углеводородного топлива существенно подняли интерес к  использованию возобновляемых источников энергии. Выработка электроэнергии на базе возобновляемых источников является значимой составной частью мирового энергопроизводства [7].

Вопрос энергетической безопасности является одним из самых актуальных и для Беларуси. Собственные топливно-энергетические ресурсы страны покрывают лишь 15% от объема общего потребления. С целью стимулирования развития возобновляемых источников энергии и  использования местных видов топлива были разработаны «Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2021-2025 годы», «Энергосбережение на 2020-2025 годы» и другие проекты. [7]

Одним из наиболее перспективных направлений реализации целей указанных проектов является развитие белорусской ветроэнергетики. Беларусь располагает значительными ресурсами энергии ветра, которые оцениваются в  1600 МВт и годовой выработкой электроэнергии 2,4 млрд кВт/ч. На территории нашей страны выявлено около 1840 площадок, пригодных для размещения ветроэнергетических станций и ветропарков. Эти площадки представляют собой в основном ряды холмов высотой от 250 м над уровнем моря, где средняя скорость ветра колеблется от 5 до 8 м/с. На каждой из них можно разместить от 3 до 20 ветроэнергетических установок [7].

Сегодня, когда проблема загрязнения окружающего мира выходит на первый план, использование альтернативных источников энергии вышло на первые позиции.

ЗАО «Агрокомбината Несвижский» идет в ногу со временем и получает «зеленую» энергию, установив свою ветроэнергетическую установку Enercon E-66/18.70 [6] (Приложение 1).

Актуальность работы состоит в том, что ветряной генератор является экологически чистым источником альтернативной энергии, не создает выбросов в атмосферу, не является источником вредного излучения, позволяет снизить себестоимость продукции, производимой хозяйством ЗАО «Агрокомбинат Несвижский».

Гипотеза моего исследования - ветрогенератор является не только чистым источником электроэнергии, но и экономически выгодным.

Рис. 1[5]

Цель исследования – провести анализ возможного эффективного использования источника ветряной энергии на территории ЗАО «Агрокомбинат Несвижский»

Для осуществления цели я поставил перед собой задачи:

изучить определение, потенциал и направления развития ветряной энергетики;

изучить развитие ветряной энергетики в Беларуси;

определить возможности использования ветряной энергетики в ЗАО «Агрокомбинат Несвижский».

Объект исследования – альтернативные источники энергии.

Предмет исследования – экономические, экологические отношения, которые возникает при использовании источников энергии ветра.

В ходе работы применялись следующие методы исследования:

изучение и обобщение литературы;

наблюдение;

3)сравнение;

эксперимент;

обобщение.

ГЛАВА 1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Что такое ветрогенератор?

Ветрогенератор (ветроэлектрическая установка или сокращенно ВЭУ) — устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в  механическую энергию вращения ротора с последующим её преобразованием в электрическую энергию [1].

Что такое ветрогенератор – простыми словами, это техническое устройство, посредством которого кинетическая энергия ветра преобразуется в  электрическую энергию [2].

* 1. Ветроэнергетика Беларуси

На сегодняшний день суммарная электрическая мощность установок по использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Республике Беларусь достигает 492 МВт, что составляет 4,8 % от общей установленной мощности белорусской энергосистемы [7].

В стране эксплуатируется свыше 480 объектов генерации на базе возобновляемых источников. За 2019 год установками по использованию ВИЭ суммарно произведено около 1 млрд. кВт электрической энергии. Доля ВИЭ в  объеме валового потребления топливно-энергетических ресурсов 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 [7].

Я изучил материалы о действующих объектах возобновляемой энергетики Беларуси и факты о ветроэнергетики Беларуси. Действующие объекты возобновляемой энергетики Беларуси представлены в приложении.

(Приложение 1).

В ходе исследования были изучены интересные и полезные факты о  ветроэнергетике Беларуси (Приложение 2).

* 1. История ветряной установки в д. Амлынцы

Следующим этапом моего изучения была ветряная установка Enercon E-66/18.70 2002 года выпуска, которая была приобретена в Германии в ноябре 2018 года. Перевезена на 14 автомашинах, процесс установки длился шесть месяцев. 12 апреля 2019 года была сдана в эксплуатацию [3].

Я изучил техническую спецификацию модели, по исследованным данным составил таблицы (Приложение 3).

1.3 Принцип действия ветроустановки

Следующим этапом моих исследований стал принцип действия всех ветродвигателей. Он один – под напором ветра вращается ветроколесо с  лопастями, передавая крутящий момент через систему передач валу генератора, вырабатывающего электроэнергию. Энергия ветра является возобновляемой. Работа ветрогенератора мощностью 1,8 МВт за 1 год позволяет сэкономить примерно 2 628 тонн угля или 8280 баррелей нефти, 7 тонн оксидов N2, 16 тонн SO2, 3240 тонн CO2 (Приложение 4).

Чем больше диаметр ветроколеса, тем больший воздушный поток оно захватывает и тем больше энергии вырабатывает агрегат и в процессе эксплуатации ветрогенератор не производит вредных выбросов [4].

Различают крыльчатые, карусельные и барабанные ветродвигатели.

Наш ветроагрегат относится к крыльчатым ветродвигателям.

Для крыльчатых ветродвигателей, наибольшая эффективность которых достигается при действии потока воздуха перпендикулярно к плоскости вращения лопастей крыльев, требуется устройство автоматического поворота оси вращения (рис.2). С этой целью применяют крыло-стабилизатор [4].

Крыльчатый ветродвигатель (рис. 3.)



Рис. 2 Рис. 3

Ознакомился со структурой системы управления ВЭУ (Приложение 5, 6)

Для конкретизации задачи далее рассмотрим ВЭУ с синхронным генератором с постоянными магнитами (СГПМ) (Рис. 4), соединенный с  потребителем и сетью через автономный инвертор напряжения (АИН), схему управления которую здесь не рассматриваем. В представленной на рисунке 5 схеме для ограничения мощности ВЭУ в её системе управления используются четыре различных подсистемы: система управления шагом лопастей; контроллер выходного напряжения генератора; контроллер торможения в звене постоянного тока; контроллер выходной мощности АИН [8].

Имеется несколько подходов к управлению аэродинамическими усилиями ротора турбины с целью ограничения мощности при высоких скоростях ветра с целью предотвращения поломки турбины. Самый простой и  дешевый способ – пассивное управление. При таком методе ограничения лопасти жестко крепятся к ступице ветроколеса, а ограничение выходной мощности осуществляется за счет аэродинамической формы самих лопастей. Второй подход – это активное управление углом поворота лопастей при изменении скорости ветра. Преимуществом этого метода является хорошее управление мощностью, возможности плавного пуска и аварийной остановки, Особенностью данного способа является возможность получения мощности близкой по величине к номинальной мощности генератора при высокой скорости ветра, недостатком является усложнение механизма регулирования, а  также колебания мощности при высокой скорости ветра [8].

* 1. Основные потребители энергии ветра

Изучая материалы о возобновляемых источниках энергии, беседуя с  главным энергетиком хозяйства, я узнал, что установка ветрогенератора для хозяйства приобретена с целью снижения себестоимости на продукцию, выпускаемую ЗАО «Агрокомбинат Несвижский».

ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» сегодня – это современное высокоэффективное многоотраслевое сельскохозяйственное предприятие с 24-х летней историей развития, которое осуществляет торговлю белковым сырьем, шротом, жмыхом, фелуценом, а также является одним из ведущих поставщиков овощей закрытого грунта собственного производства на территории Республики Беларусь.

Парниково-тепличное хозяйство агрокомбината занимает площадь 33400 мкВ. [6].

Мясоперерабатывающее производство хозяйства создано по принципу предприятия замкнутого цикла (от убоя 100 голов в смену до переработки полученных мясопродуктов в полуфабрикаты) и аттестовано на поставку продукции на экспорт в страны Таможенного Союза [6].

Имеет молочно-товарную ферму, поголовье которой составляет 2200 голов, из них дойное стадо 600 голов [6].

Одним из направлений деятельности ЗАО «Агрокомбината Несвижский» является выращивание осетровых пород, прудовой рыбы и пчеловодство с  последующей реализацией населению и организациям [6].

Приобретение ветрогенератора позволяет:

создать идеальный микроклимат в осенне-зимний и весенне-летний период в парниково-тепличном хозяйстве;

обеспечить эффективное производство в молочном скотоводстве, которое зависит в первую очередь от расходуемых энергоресурсов;

обеспечить производственный цикл и получение высококачественной продукции мясоперерабатывающего производства;

уменьшить затраты электроэнергии, потребляемой на процессы жизнеобеспечения осетровой рыбы.

ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

2.1 Разрешения необходимые на установку ветрогенератора

Процесс монтажа и пуска ветряной установки по времени длился около семи месяцев, это время было использовано на монтаж установки и на разрешения, которые необходимы для любой ВЭУ это:

наличие буфера для аккумулирования избыточной электроэнергии;

скрупулёзное изучение местности и составление карты ветров;

учет низкочастотных колебаний, передающихся через почву;

расчет издаваемого шума, для окружающих. В непосредственной близости от ветрогенератора у оси ветроколеса уровень шума достаточно крупной ветроустановки может превышать 100 дБ;

минимальное расстояние от установки до жилых домов — 300 м.

защита птиц от вращающихся лопастей, ветроколеса ограждающим сетчатым кожухом.

2.2 Ветрогенератор на службе у хозяйства

Для расчёта выработки ветрогенератора за год с использованием скорости ветра, я составил диаграмму [5].

С помощью данной диаграммы я смог использовать формулу для расчёта выработки поквартально (Приложение 7).

2.3 Расчет выработки ветрогенератора на основе значений скорости ветра

Для расчета выработки ветрогенератора использовал формулу, которая выглядит следующим образом:

Pмес = R·V3·S/2

R – плотность воздушного потока. Приблизительно равна 1,225 кг/м3;

V – скорость ветра, м/с. Я беру значение из диаграммы средняя скорость ветра 2019-2020 м/с;

S – ометаемая площадь S = 3 848,0 м2.

По моим расчётам в год ветрогенератор вырабатывает 1 763 278,00 кВт энергии [4].

2.4Расчет прибыльности ветрогенератора

Итак, я подсчитал, сколько прибыли может принести электрогенератор за 1 год службы. Если учесть, что установка была введена в эксплуатацию 12  апреля 2019 года, то ветрогенератор в период с 12 апреля 2019 года по 12  апреля 2020 года выработал 1 763 278,00 кВт (Приложение 8 Таблица 1).

Так как я буду высчитывать стоимость вырабатываемой энергии ветряком мощностью 2250 кВА в период с 12 апреля 2019 года по 12 апреля 2020 года, то в 01.01.2020 году будет внесены изменения тарифа, я буду использовать данные Министерства энергетики Республики Беларусь (Приложение 8 Таблица 2).

То сумма за 2019 год, которую оплатил за электричество ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» так как ветряк сам выработал энергию, равняется: кВт

1 263 782,00 кВт х 0,18893 BYN = 238 766,33326 BYN

Сумма за 2020 год, которую оплатил за электричество так как ветряк сам выработал энергию, равняется (Приложение 9 Таблица 3)

499 496, 00 кВт х 0,19146 BYN = 95 633,50416 BYN

Сложим полученные значение:

95 633,50416 BYN + 238 766,33326 BYN = 334 399,83742BYN

Если покупать электроэнергию у государства при ее сегодняшней стоимости 0,3 BYN за 1 кВт/ч, при среднем показателе энергопотребления 1,8 кВт/в час, то получаем:

1,8 кВт х 24 (часа) х 365 (дней) = 15 768 кВт - употребленных за 1 год

15 768 кВт х 0,3 BYN = 4 730,4 BYN

Отнимем стоимость электроэнергии, которую мы при этом, в течении года, покупали у государства, то получим сумму, которую экономит хозяйство, не покупая энергию, а вырабатывая:

334 399,83742 BYN - 4 730,4 BYN = 329 669,43742 BYN

Если учесть, что стоимость ветрогенератора 936 292,00 BYN, то мы получаем, что через 3 года ветряк может себя окупить:

(329 669,43742 BYN х 3) - 936 292,00 BYN = 52 716,31226 BYN

В таком плюсе будет ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» через 3 года, не учитывая НДС и плату за мощность, я высчитал заработок на вырабатываемой энергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Если сегодня не сделать привычной нетрадиционную возобновляемую энергетику, то завтра нам в лучшем случае придется вновь догонять другие страны по производству экологически безопасных источников энергии. Вторжение человека в природу настолько же велико, насколько ничтожна его способность контролировать природные процессы и последствия антропогенного воздействия, и катастрофа может произойти значительно раньше, чем закончатся уголь, нефть и газ [7].

В данной работе были изучены основы ветроэнергетики, показана ее актуальность на сегодняшний день, рассмотрены основные цели и задачи ветроэнергетической промышленности. Ветроэнергетика является перспективным направлением энергетики и инженерии в целом с точки зрения экономики и экологии, поскольку является дешевым видом энергии, использующий возобновляемый ресурс – ветер, и при этом не загрязняет окружающую среду.

В ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» использование ветровой энергетики актуально и способствует улучшению экономической ситуации, позволяет снизить себестоимость продукции производимой хозяйством

ВЫВОДЫ

В ходе исследования моя гипотеза о том, что что ветрогенератор является не только чистым источником электроэнергии, но и экономически выгодным подтверждается.

За 2 года (в период с 12 апреля 2019 года по 12 апреля 2021 года) использования ветроэнергетической установки Enercon E-66/18.70 было сэкономлено средств на сумму 659338,875 рублей.

По подсчетам с 22 февраля 2022 года ВЭУ будет работать только на прибыль для хозяйства. Сумма, затраченная на покупку установки будет погашена даже при текущем уровне тарифов.

Ветряная установка способна удовлетворять около 60% спроса на электроэнергию ЗАО «Агрокомбинат Несвижский».

Передо мной остались нерешенные вопросы:

Действительно ли на месте ветроустановки ранее была ветряная мельница?

Будет ли экономично и экологично для хозяйства планируемое внедрение еще двух ветроустановок?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ветрогенератор — Википедия // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://goo.su/50X9> – Дата доступа: 05.01.2021.
2. Ветрогенератор // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alter220.ru/veter/chto-takoe-vetrogenerator.html> – Дата доступа: 09.02.2021.
3. Винт турбина Е-66/18-70 – 1,8МW // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/135-enercon-e-66-18> – Дата доступа: 18.02.2021.
4. Первичные источники электропитания // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://qrx.narod.ru>/arhn/ pip2.html – Дата доступа: 20.03.2021.
5. Погода в Несвиже по месяцам // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belarus.pogoda360.ru/172691/avg/> – Дата доступа: 02.04.2021.
6. Сайт ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: : <https://aknesvizh.by>. – Дата доступа: 02.04.2021.
7. Энергетика Беларуси // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energobelarus.by/articles/alternativnaya_energetika/vetroenergetika_belarusi_sostoyanie_i_perspektivy_razvitiya/>) – Дата доступа: 15.02.2021.
8. Санкевич С.А. Анализ функциональных схем элктрической части ветроэлектрических установок/Петренко Ю.Н., Санкевич С.А.//Энергетика –Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. - 2014. – №2. с.10-20.

Приложение 1

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ENERCON E-66/18.70

В ДЕРЕВНЕ АМЛЫНЦЫ НЕСВИЖСКОГО РАЙОНА



Приложение 2

ДИАГРАММА

Приложение 3

ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ENERCON E-66/18.70

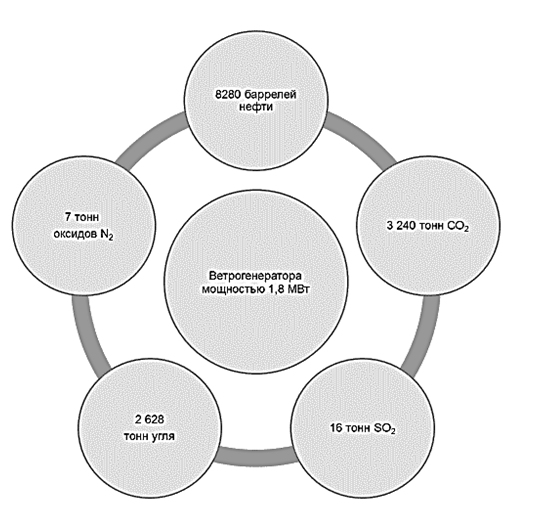
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МОЩНОСТЬ | | ГЕНЕРАТОР | |
| Номинальная мощность: | 1800,0 кВт | Тип | синхронный |
| Скорость врезного ветра: | 2,5 м / с | Число | 1 |
| Номинальная скорость ветра | 12,5 м / с | Скорость, не более | 22,0 об / мин |
| Отключение при скорости ветра | 34,0 м / с | Вольтаж | 440,0 В |
| Скорость ветра для выживания | 60,0 м / с | Подключение к сети | WR |
| РОТОР | | Частота сети | 50 Гц |  |
| Диаметр | 70,0 м | Производитель | Enercon |
| Ометаемая площадь | 3 848,0 м² | БАШНЯ | |
| Количество лопастей | 3 | Высота ступицы | 65/80/86/98/114 м |
| Частота вращения ротора, не более | 22,0 об / мин | Тип | Стальная труба / из бетона |
| Типовая скорость | 81 м / с | Форма | конический |
| Тип | АЭРО Е-70 | Защита от коррозии | Окрашенный |
| Материал | GFK / эпоксидн.  смола | Производитель | SAM/Oevermann/  Walter-Bau |
| Производитель | Enercon | МАССА | |
| Плотность мощности 1 | 467,8 Вт / м² | Ротор | 31,7 т |
| Коробка передач | прямой привод | Гондола | 68,8 т |

Приложение 4

ДИАГРАММА

ВЕТРОГЕНЕРАТОР

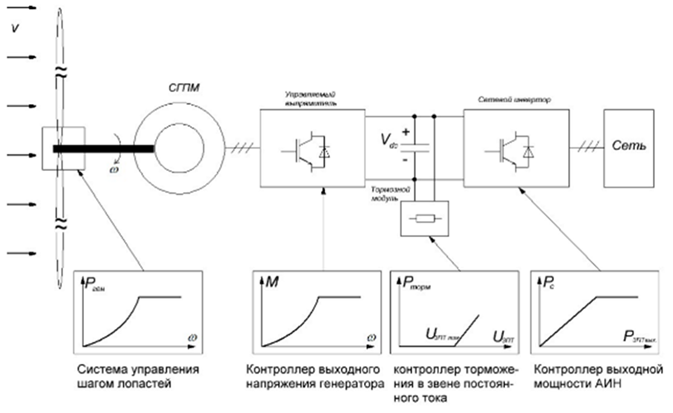
ENERCON E-66/18.70 МОЩНОСТЬЮ 1,8 МВТ ЗА 1 ГОД ЭКОНОМИТ



Приложение 5,6

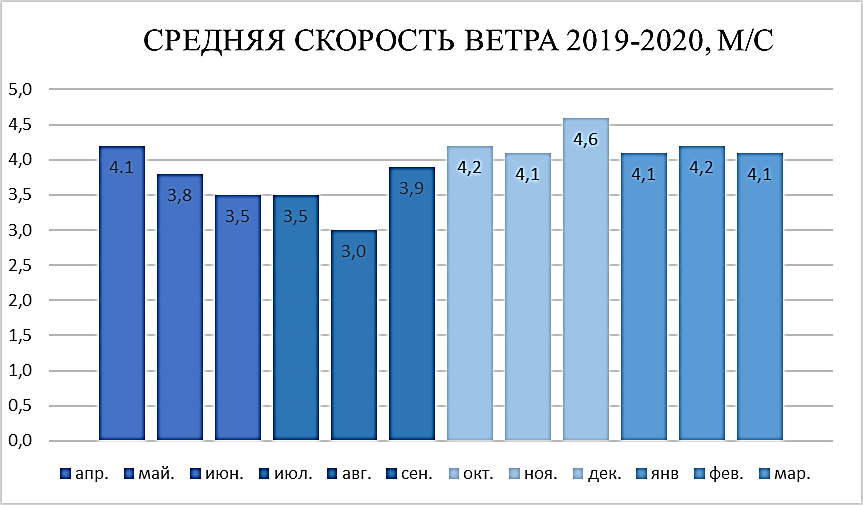
СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЭУ ENERCON E-66/18.70





Приложение 7

ДИАГРАММА



Приложение 8

ТАБЛИЦА 1

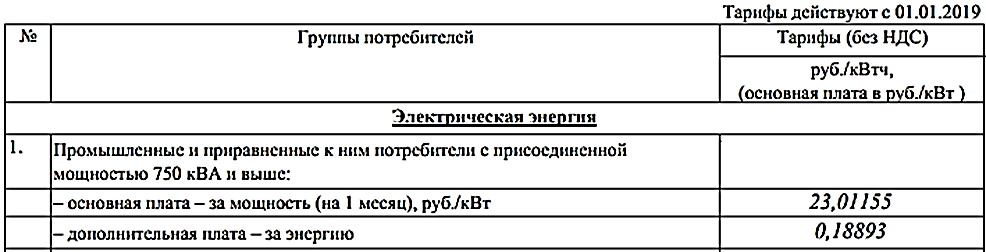
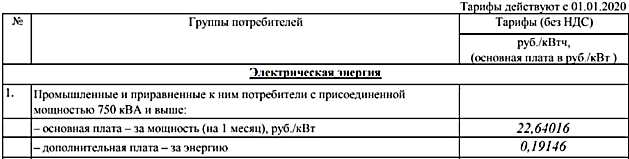
Тариф Министерства энергетики Республики Беларусь с 01.01.2019 года

ТАБЛИЦА 2

Тариф Министерства энергетики Республики Беларусь с 01.01.2020 года



Приложение 9

ТАБЛИЦА 3

ЗАРАБОТОК ВЫРАБАТЫВАЕМОЙ ЭНЕРГИИ

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ ENERCON E-66/18.70

В ДЕРЕВНЕ АМЛЫНЦЫ НЕСВИЖСКОГО РАЙОНА

