

УДК 631.15:33

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



**И.А. Оганезов**  
Доцент кафедры экономики и организации предприятий АПК БГАТУ, кандидат технических наук, доцент



**Н. В. Щербина**  
Старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, магистр технических наук



**А.В. Буга**  
Доцент кафедры экономики Северо-Западного института управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, кандидат экономических наук, доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет, Республика Беларусь  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь  
Северо-Западный институт управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Россия  
E-mail: shcherbina@bsuir.by

### **И.А. Оганезов**

Доцент кафедры экономики и организации предприятий АПК УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент. Проводит научные исследования в области энергоэффективных технологий в АПК.

### **Н. В. Щербина**

Старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», магистр технических наук. Проводит научные исследования в областях промышленной безопасности, эргономики и безопасности труда.

### **А.В. Буга**

Доцент кафедры экономики Северо-Западного института управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, кандидат экономических наук, доцент. Проводит научные исследования в областях антикризисного управления, стратегического управления научно-инновационной деятельностью в АПК, ее экономической, социальной и экологической эффективности.

**Аннотация.** Рассмотрены основные предложения, направленные на повышение эффективности производства и использования электрической и тепловой энергии на сельских территориях Республике Беларусь с перспективным применением технологии блокчейн. Даны оценки эффективности использования фрезерного торфа и топливной щепы на новых котельных Минской области Республики Беларусь, обеспечивающих тепловой энергией сельские населенные пункты. Определен потенциал импортозамещения природного газа в трех районах Минской области местными видами топлива. Данные обстоятельства могут повлиять на существенное повышение эффективности использования местных видов топлива и возобновляемых источников энергии на сельских территориях Республике Беларусь.

**Ключевые слова:** блокчейн, смарт-контракт, энергия, сельские территории, топливо, ресурсы, замещение, рынок, экономия.

### **Введение.**

В современном мире информация играет все более и более значимую роль в функционировании экономики и субъектов хозяйствования. Создаются новые системы обработки, хранения и передачи данных, одной из таких систем является технология блокчейн. Технология блокчейн способна передавать любую ценную информацию от одного клиента к другому напрямую. Благодаря ей появилась возможность совершать операции покупки – продажи без участия посредников на рынке, будь то компания – посредник или даже государство. Данные об операциях хранятся у участников системы с использованием только их ресурсов. Детали такой сделки будут известны только участникам системы [1-5].

Блокчейн – это инновационная технология, цепь которой способна хранить данные обо всех операциях, транзакциях, проведенных участниками системы. Принцип функционирования блокчейн основан на том, что информационные объекты объединяются в «блоки», которые потом связываются криптографически и хронологически в «цепочку» с помощью математических алгоритмов. Каждый блок связан с предыдущими и содержит в себе набор записей. Вычислительный процесс шифрования блоков посредством алгоритмов известен как хеширование. Как только вычислен искомый шифр для конкретного блока, обладающий заранее заданными свойствами, то блоку присваивается уникальная цифровая подпись, после чего блок считается сформированным и присоединяется к цепочке ранее сформированных блоков, реестр обновляется, затем образуется новый блок. Эксперты в различных областях указывают на рост рынка блокчейн – решений. В настоящее время технология блокчейна наиболее активно используется в финансовой сфере. Но данная технология имеет значительный потенциал и в сфере энергетики для эффективного использования местных видов топлива в перспективном развитии отечественных сельских территорий [1].

Компаниям-энергопоставщикам приходится постоянно взаимодействовать с немалым количеством клиентов и обрабатывать их заявки. И порой время решения вопросов затягивается на длительный срок. К тому же, подобная система управления требует постоянного контроля и обслуживания базы данных. Использование технологии блокчейна может способствовать в перспективном решении этих проблемы, обрабатывая данные в автоматическом режиме.

Альтернативные источники электроэнергии, наподобие ветроэнергоустановок и солнечных батарей и мини-ТЭЦ в будущем должны покрывать значительный расход электрической и тепловой энергии на сельских территориях, но в силу нестабильной отдачи требуют более совершенной системы учета. Поэтому для подобного управления целесообразно использовать новые возможности блокчейна. Все, что сейчас учитывается пользователями в электронных таблицах, полностью перейдет под контроль новой технологии. Именно децентрализованный подход может позволить обеспечить наиболее эффективное взаимодействие по системе «продавец-покупатель» [1].

Использование перспективных возможностей данной технологии может позволить продавцам и покупателям электрической и тепловой энергии, подключившимся к сети блокчейна через Интернет, напрямую взаимодействовать друг с другом, проводя денежные расчеты. Международные энергетические компании уже разрабатывают проекты, основанные на использовании блокчейна. В настоящее время эти проекты направлены либо на то, чтобы дать потребителям, которые владеют малой генерацией возможность торговать электроэнергией, либо на то, чтобы просто связать между собой продавцов и покупателей электроэнергии. При этом у экспертов нет сомнений, что технология блокчейна будет способствовать дальнейшей децентрализации энергетических систем

Возможные области и цели применения блокчейна в энергетике для перспективного развития отечественных сельских территорий, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Перспективные области и цели применения блокчейна в энергетике для перспективного развития отечественных сельских территорий

Транзакции и умные контракты	Права собственности и управление ими	Децентрализованные информационные системы
1. Децентрализованная торговля электрической и тепловой энергией	1. Регистрация собственности и ведение реестра активов	1. Учет электропотребления и выставление счетов за электроэнергию
2. Особые возможности для просьюмеров	2. «Зеленые» сертификаты	2. Учет потребления тепловой энергии и выставление счетов за нее
3. Внедрение криптовалют	3. Квоты на выбросы	3. Оплата зарядки электромобилей
4. Зарядка электромобилей	–	–
5. Управление умными устройствами в Интернете вещей	–	–

В то же время энергетический сектор отличается от финансового, в котором зародилась и расцвела концепция блокчейна.

На энергорынке сельских территорий Республики Беларусь необходимо, помимо денежных транзакций, обеспечить физические поставки электрической и тепловой энергии, местного энергетического сырья или местных видов топлива (МВТ), в частности фрезерного торфа, топливной щепы, топливных брикетов из костры льна, биотоплива, получаемого из торфа, древесных отходов и отходов сельского хозяйства и т.д. Для этого нужно гибко задействовать сетевую инфраструктуру, доступность и управление которой представляют серьезные вызовы для применения новой концепции. На следующем этапе развития данных технологий проблема управления сетью должна быть успешно решена.

Большим шагом в этом направлении могут быть умные контракты, на базе блокчейн-платформы Ethereum. Умные контракты выступают как машинные алгоритмы, описывающие события и условия, которые они вызывают. Так, с помощью умных контрактов, переведенных в программный код, можно автоматически переключать электрические и тепловые сети, учитывая при этом балансы спроса и предложения электрической и тепловой энергии на развиваемых сельских территориях. В случаях, если в системе доступна большая мощность, чем нужно потребителям, умные контракты обеспечат зарядку накопителей. И наоборот, когда возникнет нехватка генерирующей мощности, энергия из накопителей потечет к потребителям. Умные контракты также способны управлять виртуальными электростанциями и ценозависимым потреблением электроэнергии [1].

Технология блокчейн – это еще одна движущая сила, стимулирующая переход к «экономике совместного потребления», где транзакции осуществляются напрямую между поставщиками и их клиентами. Данная платформа позволяет найти большому числу отдельных поставщиков и потенциальных клиентов «найти» друг друга для проведения сделок, удовлетворяющих потребностям обеих сторон.

Технология блокчейн оказывается фундаментальной для автоматического мониторинга, отслеживания, записи информации, а именно – актива, которым является электроэнергия. Открываются возможности управления процессами потребления и производства электроэнергии через экономику взаимоотношения технологий. Наряду с традиционной генерацией возникают альтернативные возможности для локальной покупки энергии тогда, когда она дешева, ее последующей продажи по более высокой цене в пике потребления либо снижение потребления в периоды повышения цен.

С помощью блокчейн-платформы можно создать мини-станцию по зарядке автомобилей. Управляют этой технологией через мобильное приложение. Владельцы станций должны программировать свои зарядные устройства, задавая цену продажи электроэнергии и время,

необходимое для зарядки. С помощью специального мобильного приложения водители смогут увидеть ближайшие заряжающие устройства. Транзакции по оплате услуг по зарядке электрокаров на таких станциях планируется выполнять с помощью блокчейна.

Технология блокчейн оказывается фундаментальной для автоматического мониторинга, отслеживания, записи информации по электрической и тепловой энергии. Наряду с традиционной генерацией возникают альтернативные возможности для локальной покупки энергии тогда, когда она дешева, ее последующей продажи по более высокой цене, либо снижение потребления в периоды повышения цен.

Свойством блокчейн технологии является отсутствие форм кредитования: нет технологической возможности получать непредоплаченную электроэнергию – и наоборот, быть поставщиком электроэнергии и не получать за это денежные средства. Услуги, опирающиеся на блокчейн, – это всегда prepaid услуги. Модель работы на prepaid токенах может рассматриваться здесь в том числе и как переход от классических методов тарифообразования к рыночным. Участники рынка, инвестируя в данные проекты посредством приобретения токенов, фактически инвестируют в отрасль и в некоторой степени осуществляют RAB-регулирование на рыночной основе.

Используя технологии блокчейна, энергетический сектор отечественных сельских территорий может получить новые возможности:

1. Создавать децентрализованное хранилище данных для повышения энергетической и финансовой безопасности;
2. Совершать платежи, заключать и проверять транзакции, оцифровывать smart-контракты;
3. Исключать посредников в децентрализованных бизнес-моделях. В системе, основанной на технологии блокчейна и интеллектуальных контрактах, потребители могут управлять данными договоров, которые определяют условия потребления электрической и тепловой энергии. Блокчейн может позволить напрямую подключать производителей к потребителям и тем самым децентрализовать систему торговли энергией.

В настоящее время в развитии сельских территорий важное значение приобретают системы распределенной генерации энергии на базе децентрализованных и комбинированных источников энергоснабжения с использованием местных видов топлива (МВТ) – биомассы, древесных и растительных отходов, торфа, растительных масел, навоза и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), – энергии солнца, ветра, геотермальных вод, мини-ГЭС и др. Их эффективное использование во многих аграрных районах может покрыть значительную часть (до 30%) энергобаланса ряда хозяйств и других организаций АПК, сократить значительное число отключений электропитания, снизить зависимость от централизованного энергоснабжения, экономить значительные объемы дефицитных традиционных энергоресурсов при улучшении экологии, а также создавать децентрализованные распределительные системы, обеспечивающие самоэнергообеспечение ряда предприятий и объектов. Некоторые производственные подразделения АПК, расположенные на сельских территориях также являются производителями электрической и тепловой энергии (т.е. они не только потребляют энергию, но также имеют определенные энергетические мощности в виде солнечных батарей, небольших ветроэлектростанций, мини-ТЭЦ и т.д.). Технология блокчейна может помочь им в эффективном использовании энергии МВТ и ВИЭ.

Положительным элементом в проблеме использования отходов сельского хозяйства (биомассы и т.д.) в качестве МВТ является практически ежегодная их возобновляемость и наличие в основных зонах производства сельскохозяйственной продукции, в связи, с чем их использование в сельскохозяйственной энергетике приобретает особое значение.

Основные преимущества биомассы в качестве энергоносителя:

- 1) возобновляемость;
- 2) нейтральность по отношению к эмиссии парниковых газов;
- 3) относительная простота добычи и использования.

Доля ВИЭ в энергобалансе сельских территорий пока мала – до 1,5%. Ставится задача довести ее объем к 2030 г. до 8 – 10 %.

Рост объемов использования ВИЭ во многом зависит от уровня снижения стоимости инвестиций на 1 кВт установленной мощности и себестоимости вырабатываемой электрической и тепловой энергии. За последние 10 лет себестоимость энергии, вырабатываемой из нетрадиционных источников в среднем снизилась в 2 раза. Эта благоприятная тенденция может позволить в длительной перспективе значительно расширить область использования альтернативной энергетики в сельской местности Республики Беларусь. Для тепловых процессов в животноводстве целесообразно использовать децентрализованные системы энерго- и теплоснабжения. Высокой энергоэффективностью обладают такие технологические процессы, как утилизация выбросного тепла, аккумуляция энергии, местный обогрев и использование тепловых насосов, использование которых может позволить сэкономить до 25 % затрат энергии на отопление и поддержание микроклимата. Очень перспективно развитие на сельских территориях направления комбинированного производства электрической и тепловой энергии на новых и модернизируемых по современным технологиям мини-ТЭЦ.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24 февраля 2021 года №103 утверждена государственная программа «Энергосбережение» на 2021-2025 годы. Данный документ направлен на повышение эффективности производственной сферы национальной экономики и укрепление энергетической безопасности нашей страны. К стратегическим задачам Республики Беларусь в сфере энергосбережения в программе отнесены: снижение зависимости Беларуси от импортируемых энергоресурсов за счет максимально возможного вовлечения в топливно-энергетический баланс нашей страны собственных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), включая возобновляемые источники энергии (ВИЭ); сдерживание роста валового потребления ТЭР при экономическом развитии страны и сближение энергоемкости ВВП Беларуси по паритету покупательной способности со среднемировым значением этого показателя. Программа состоит из двух подпрограмм: «Повышение энергоэффективности» и «Развитие использования местных ТЭР, в том числе ВИЭ». В рамках выполнения рассматриваемой программы планируется осуществить мероприятия, среди которых внедрение современных энергоэффективных технологий, энергосберегающего оборудования, приборов и материалов; повышение эффективности работы энергетических мощностей; строительство, реконструкция, модернизация энергоисточников с использованием технологического оборудования, работающего на местных ТЭР, в том числе возобновляемых источниках энергии [2].

В 2021 – 2025 годах в рамках реализации Госпрограммы «Энергосбережение» предусматривается ввод в эксплуатацию порядка 650 МВт энергомощностей на древесном топливе, что позволит увеличить объем использования местных ТЭР в количестве 180,3 тыс. т условного топлива и, соответственно, снизить потребление импортируемого природного газа на 156,8 млн. м<sup>3</sup> [2].

В настоящее время завершено действие Государственной программы «Энергосбережение» Республики Беларусь на 2016-2020 годы. Она предусматривала достичь по Минской области экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в объеме 540 тыс. т условного топлива. Одновременно доля местных ТЭР в котельно-печном топливе должна была достичь 26,9 %, в том числе доля возобновляемых источников энергии – 21,1 % [2]. Реализация запланированных мероприятий данной госпрограммы в Минской области с 2016 года по сентябрь 2020-го позволила даже перевыполнить поставленную ранее задачу: экономия ТЭР составила 573,1 тыс. т условного топлива [2]. Доля местных видов топлива (МВТ) выросла до 27 % [3]. В Минской области есть районы, где доля использования МВТ уже достигает 90 % и более. Так, в Березинском районе их – 94,8 %, Стародорожском – 97,2 % [3].

По информации ГПО «Белтопгаз» Республики Беларусь, в 2020 г. было добыто 1 млн. 720 тыс. т торфа, произведено 452 тыс. т топливных брикетов. Брикетами в Беларуси отапливалось 120 тыс. частных домов. Торфяное топливо ежегодно позволяет заместить 450 млн. м<sup>3</sup> импортируемого из РФ природного газа на сумму 65 млн. долларов. Потребление торфа

населением для топливных нужд с каждым годом сокращается, но увеличивается использование торфяного сырья для производства грунтов, субстратов, компостов и другой продукции для озеленения [3].

#### **Материалы и методы.**

С учетом поставленных задач в работе применялись методы исследования: экономико-статистический, монографический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный, социологический и интервьюирования и др. В частности, при обосновании теоретических и методических положений использовались абстрактно-логический и экспертный методы, при оценке факторов, влияющих на формирование и развитие производства фрезерного торфа и топливной щепы – абстрактно-логический и экономико-математический. При разработке приоритетных направлений использования новых технологий на котельных Минской области Республики Беларусь применялись SWOT-анализ, экспертно-аналитический, экономико-статистические, расчетно-конструктивный и монографический методы.

Информационной базой исследования являются отраслевые справочно-нормативные материалы, положения и рекомендации специализированных научно – исследовательских учреждений, данные статистических органов и Министерства энергетики, Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь, Минской области, а также результаты лабораторный и хозяйственных испытаний.

#### **Результаты.**

В основе предлагаемой концепции лежит соединение децентрализованных источников производства энергии в централизованную сеть. При этом не использованные объемы электрической и тепловой энергии, продаются соседним группам потребителей. Все производители и покупатели объединены в традиционную электросеть, а управление транзакциями можно осуществлять с помощью блокчейна. Для реализации данной концепции обязательно применение технологий «умные счетчики» и «умные контракты». Первые регистрируют количество произведенной энергии, а вторые нужны для проведения и отображения транзакций в автоматическом и защищенном режиме.

В конце 2020 г. введена новая котельная в Столбцах, районного центра Минской области с численностью населения 17 тыс. чел., которая является самой мощной котельной в Беларуси, где в качестве основного топлива использует фрезерный торф. Ее оборудование также позволяет использовать для получения тепловой энергии древесную щепу, и смесь торфа и щепы. Ранее на старой котельной данного районного центра использовался только природный газ [4].

Оборудование в котельной в Столбцах имеет общую мощность 24 МВт. Оно преимущественно отечественного производства. Там установлены три твердотопливных котла мощностью по 4 МВт и два резервных газовых котла по 6 МВт. Газ планируется использовать в тех случаях, если возникнут проблемы с работой твердотопливного оборудования, а также при температурах наружного воздуха около минус 13-15°C и при ее стабильном снижении. Как показывает производственная практика, более целесообразно строить котельные на МВт в этих температурных диапазонах [4].

Основной целью реализуемого в Столбцах инвестиционного проекта является увеличение доли использования МВт (фрезерного торфа) при производстве тепловой энергии и повышение энергетической независимости Республики Беларусь от импорта природного газа. При этом себестоимость производства 1 Гкал тепловой энергии, по предварительным расчетам, уменьшится в Столбцах с 54,23 до 45,15 долл. США/ Гкал или на 20 %. Также ожидается, что ежегодное потребление импортируемого природного газа в рассматриваемом районном центре сократится на 6,5 млн. м<sup>3</sup>[4].

Реализация рассматриваемого проекта также способствует:

1. Обновлению основных производственных фондов Столбцовского ЖКХ, средневзвешенный срок службы которых превышает нормативные показатели;
2. Замене топлива с высоким коэффициентом эмиссии парниковых газов на топливо с низким коэффициентом эмиссии парниковых газов, энергетической утилизации отходов, включая

утилизацию сбросного тепла;

3. Снижению энергопотребления в жилом и общественном секторе, в промышленных процессах.

По расчетам специалистов запасов фрезерного торфа в Столбцовском районе хватит не менее чем на 30 лет. По предварительным оценкам, для теплоснабжения города Столбцы в год требуется от 15 до 17 тыс. т данного вида топлива. При необходимости, автоматизированное оборудование может без вмешательства обслуживающего персонала перейти на щепу. Котельную посменно обслуживают 18 чел: 8 операторов, 4 слесаря, инженер по эксплуатации оборудования, лаборант и специалист по уборке территории, которые являются новыми рабочими местами в рассматриваемом районном центре.

Основные технологические процессы в новой котельной автоматизированы. Фронтальным погрузчиком топливо засыпается в приемный бункер, а затем транспортерами дозированно подается в котлы. Зола по специальному транспортеру удаляется автоматически. Дымовые газы, перед тем как попасть в атмосферу, проходят два этапа очистки – через циклонные и рукавные фильтры.

Проект прошел экологическую экспертизу и соответствует всем международным нормам и стандартам. Характеристики топлива: Фрезерный торф (ТУ «Торф топливный для пылевидного сжигания. Технические условия» (ТУ РБ 02999284.301-99).

1. Влажность на рабочую массу,  $W_p = 50,0 \%$ ;
2. Зольность на рабочую массу,  $A_p = 6,3 \%$ ;
3. Низшая теплота сгорания,  $Q_{нр} = 1940$  ккал/кг.

Расчетный удельный расход топлива составляет 170 кг у. т./Гкал при влажности топлива 46 %.

#### **Экологические показатели.**

Для очистки уходящих из котла газов от твердых частиц, состоящих из золы топлива и пыли кварцевого песка используются циклонные и рукавные фильтры.

Концентрация вредных веществ в дымовых газах на напоре дымососа при нормальных условиях и избытке воздуха  $\alpha = 1,4$  на сухие дымовые не превышают следующих значений (СТБ 1626.1-2006, СТБ 1626.1-2006) и проектном топливе (см. табл.2).

Таблица 2. Концентрация вредных веществ в дымовых газах

Наименование	Торф	Древесное топливо
1. Оксиды азота ( $NO_2$ )	500 мг/м <sup>3</sup>	500 мг/м <sup>3</sup>
2. Оксид углерода (CO)	500 мг/м <sup>3</sup>	750 мг/м <sup>3</sup>
3. Оксиды серы ( $SO_2$ )	600 мг/м <sup>3</sup>	1500 мг/м <sup>3</sup>
4. Зола	100 мг/м <sup>3</sup>	100 мг/м <sup>3</sup>

#### **Принцип работы котлов.**

Котельные установки обеспечивают работу на фрезерном торфе, древесном топливе или смеси древесного топлива и торфа в любом соотношении. В качестве растопочного (резервного) топлива принят природный газ. При сжигании в котлах реализуется технология «ИНЭКО» двухстадийного сжигания фрезерного торфа, древесного топлива, или их смеси с предварительной их газификацией в экранированном предтопке «кипящего слоя» и дожиганием продуктов газификации в топке котла. Котлы с предтопками «кипящего слоя» обеспечивают более эффективное сжигание фрезерного торфа и коро-древесных отходов, как за счет увеличения времени пребывания топлива в зоне активного горения, так и за счет лучших условий смешения воздуха вторичного дутья с продуктами газификации топлива, электроэнергии, установки утилизации тепла, замещать импортное топливо местным, оптимизировать схемы теплоснабжения, применять энергоэффективные технологии. Резерв снижения потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) оценивается до 30 % [3].

Аналогичный проект осуществляется в г. Крупки Минской области, который должен повысить надежность теплоснабжения целого микрорайона, с учетом перспектив его развития. Данный объект требует использования МВТ общей мощностью 7,0 МВт (котельное оборудование – 4 котла, из них три на МВТ, суммарной мощностью 5 МВт и один на газе, мощностью 2 МВт). При строительстве котельной широко используются новые материалы и технологии, в том числе при укладке тепловых сетей применяется гибкая ПИ-труба. Новая котельная в г. Крупки Минской области, может позволить более рационально использовать энергоресурсы, будет гораздо экономичней существующей – газовой. Основным видом используемого топлива на строящейся котельной – фрезерный торф, дополнительный – щепы, а в случае аварийной остановки или непредвиденного увеличения нагрузки предусмотрен резервный котел на природном газе. Поставки фрезерного торфа для новой котельной в г. Крупки Минской области планируются от ОАО «Торфобрикетный завод «Усяж», расположенном в Минской области, Смолевичском районе, в поселке Усяж – одном из ведущих предприятий по добыче и переработке фрезерного торфа в нашей республике. Из лесхозов Минской области будет осуществляться поставка топливной щепы. По предварительным подсчетам, экономия природного газа в г. Крупки Минской области должна составить более 1,8 млн. м<sup>3</sup> в год, что соответствует более чем 2300 т условного топлива в год.

В рамках инвестиционного проекта Международного банка реконструкции и развития в Республике Беларусь «Использование древесной биомассы для централизованного теплоснабжения» осуществился ряд проектов, одним из которых был проект ввода в эксплуатацию котельной в г. Червень Минской области, которая стала одним из крупных теплоисточников, использующих местные топливно-энергетические ресурсы, в системе ЖКХ Минской области.

В здании котельной установлены три водогрейных котлоагрегата, работающих на древесной щепе, с механизированной подачей топлива и суммарной мощностью 12,0 МВт (два котла мощностью по 5,0 МВт и один котел мощностью 2,0 МВт), а также два газовых водогрейных котла мощностью по 3,0 МВт каждый. Котлы на древесной биомассе, согласно данным производителя, обладают повышенным КПД, оснащены конденсационными экономайзерами с системами глубокой очистки конденсата и позволяют после соответствующей очистки сбрасывать образующийся конденсат в городскую канализацию. Котельная обеспечивает теплоснабжение жилищно-коммунальной застройки, объектов социального назначения и производственных предприятий города. Котельное оборудование на МТЭР обеспечивает в полном объеме теплоснабжение потребителей при температурах наружного воздуха выше минус 13–15 градусов. При более низкой температуре воздуха пиковые нагрузки потребителей закрываются совместной теплогенерацией котельного оборудования на МТЭР и газовыми котлами. Выбранная структура котельного оборудования позволяет обеспечить эффективную работу котельной в оптимальном режиме во всем диапазоне существующих нагрузок потребителей на отопление и горячее водоснабжение как в отопительный, так и в межотопительный периоды. На предприятии создана своя бригада по заготовке дров, причем она полностью обеспечена собственной техникой: два рубильных комплекса, две тележки с манипуляторами на базе МТЗ, лесовоз. По условиям проекта необходим щепоруб производительностью до 40 м<sup>3</sup>, что позволило полностью обеспечить потребность всех объектов. В то время, когда коллеги из близлежащих районов покупают щепу по 30 долларов США за т и выше, то в Червене себестоимость этого вида топлива не превышает 20 долларов США за т. Плановая калькуляция изготовления единицы продукции в долл. США/т приведена в таблице 3. Ввод в эксплуатацию котельной в г. Червень позволил увеличить использование местных ТЭР более чем на 4200 т условного топлива в год, что позволяет ежегодно экономить для государства около 3,2 млн. м<sup>3</sup> импортируемого природного газа.



Таблица 3. Плановая калькуляция изготовления единицы продукции, т

Статьи калькуляции	Структура затрат	
	%	долл. США/т
Нефтепродукты	38,80	6,38
Затраты на оплату труда	12,90	2,12
Отчисления на социальные нужды	4,52	0,74
Амортизационные отчисления	19,00	3,12
Затраты на ремонт, техническое обслуживание и хранение техники	18,49	3,04
Затраты по организации производства и управлению	2,14	0,35
Страховые платежи	1,80	0,30
Накладные расходы	2,35	0,39
Полная производственная себестоимость	100,00	16,44

По сравнению с традиционными видами топлива древесная щепа имеет ряд важных преимуществ:

*Экономичность.* Отопление древесной щепой обходится дешевле, чем отопление традиционными видами топлива, такими как газ, дизельное топливо и т.п.

*Экологичность.* При сгорании древесной щепы в атмосферу выбрасывается незначительное количество CO<sub>2</sub>, сопоставимое с его выделением при гниении древесины. Древесную можно хранить в непосредственной близости к жилым помещениям, так как она практически не содержит спор и пыли, не подвержена самовоспламенению и не вызывает аллергическую реакцию у потребителей.

Структура затрат на производство топливной щепы в % показана на рисунке 1.



Рисунок 1. Структура затрат на производство топливной щепы, %

*Высокая насыпная плотность* позволяет относительно легко транспортировать продукт на большие расстояния, автоматизировать процессы погрузки-разгрузки, а также сжигания топлива. Производство древесной щепы является относительно простым и доступным даже для предприятий малого и среднего бизнеса.

Спрос на древесную щепу, оборудование для ее сжигания и производства интенсивно растет

пропорционально ценам на такие традиционные виды топлива, как нефть и газ.

Котлы на МВТ, согласно данным производителя, (белорусско-французского СООО «Комконт») обладают повышенным КПД, оснащены конденсационными экономайзерами с системами глубокой очистки конденсата и позволяют после соответствующей очистки сбрасывать образующийся конденсат в городскую канализацию. Котельные обеспечивают теплоснабжение жилищно-коммунальных застроек, объектов социального назначения и производственных предприятий. Котельное оборудование на МТЭР обеспечивает в полном объеме теплоснабжение потребителей при температурах наружного воздуха выше минус 13-15 градусов. При более низкой температуре воздуха пиковые нагрузки потребителей закрываются совместной теплогенерацией котельного оборудования на МТЭР и газовыми котлами. Выбранная структура котельного оборудования позволяет обеспечить эффективную работу котельной в оптимальном режиме во всем диапазоне существующих нагрузок потребителей на отопление и горячее водоснабжение как в отопительный, так и в межотопительный периоды.

По оценкам специалистов Министерства жилищно-коммунального хозяйства и Министерства энергетики Республики Беларусь в Минской области средняя себестоимость 1 Гкал тепловой энергии:

- при отпуске с централизованной энергосистемы для Минской области (где в качестве энергоносителя в основном используется природный газ) составляет 49,61 долл. США;
- на древесной щепе – 35,03 долл. США/1 Гкал, что дешевле тепловой энергии от централизованной энергосистемы на 29,39 %;
- на фрезерном торфе – 45,15 США/1 Гкал, что дешевле тепловой энергии от централизованной энергосистемы на 9,00 %.

В Минской области в 2021-2026 годах продолжится строительство новых энергоисточников на МВТ – ожидается, что их суммарная мощность составит порядка 150 МВт [2].

Перспективы использования биотоплива на основе фрезерного торфа и древесной щепы на рынке Республики Беларусь заключаются в следующем:

1. Биотопливо на основе фрезерного торфа и древесной щепы не уступает другим видами топлива, а по отдельным показателям обладает значительными преимуществами.
2. Спрос на биотопливо на основе фрезерного торфа и древесной щепы, а также на оборудование для ее сжигания и производства значительно растет и будет продолжать расти.
3. Одновременно с тем, как технологии переработки фрезерного торфа и древесной щепы будут развиваться, и данное биотопливо будет становиться более привычным, заодно будет расти и его стоимость до эквивалентного уровня со стоимостью на теплоснабжение сельских населенных пунктов.
4. Объемы производства фрезерного торфа и заготовки древесной щепы в Республике Беларусь будут только увеличиваться.
5. Биотопливо на основе фрезерного торфа и древесной щепы более целесообразно использовать для сжигания в собственных котельных и мини-ТЭЦ, построенных по современным технологиям, а его остатки отправлять на продажу.

На рассматриваемых выше котельных используются новые автоматизированные системы мониторинга и учета энергоресурсов

Отличительная особенность данных АСУ – объединение разнородного оборудования в единую систему диспетчеризации, поскольку обеспечивает мониторинг работы оборудования котельных: котлов, горелок, насосов, запорной арматуры, резервного энергоснабжения из единой диспетчерской (рис. 2).

Автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера работает под управлением отечественной системы: промышленные контроллеры производят опрос всех параметров каждой котельной, вся информация по учету энергоресурсов также собирается на контроллере, после чего передается на АРМ диспетчера (рис. 2).

Результатами внедрения данной системы являются:

1. Совершенствование оперативного контроля технологического процесса производства и

передачи тепловой энергии на нескольких объектах одновременно;

2. Повышение качества дистанционного контроля режимов работы, состояния оборудования, выявление отклонений и предупреждение развития аварийных ситуаций;

3. Совершенствование контроля и учета энергоресурсов, создание единой базы данных в автоматическом режиме;

4. Сокращение численности эксплуатационного персонала;

5. Улучшение условий труда работников.

Кроме того, данные системы позволяют контролировать и отслеживать аварийные ситуации, напрямую не связанные с работой технологического оборудования котельных, такие как возникновение пожара, загазованность и незаконное проникновение на объект.

В настоящее время информация о работе оборудования котельных поступает для мониторинга и принятия решений в диспетчерскую службу, которая расположена на территории предприятия.

Работы по диспетчеризации энергетических объектов на сельских территориях Минской области ведутся планомерно, поэтому в дальнейшем планируется внедрение автоматического управления работой всех котельных, водозаборных узлов и ЦТП для создания единой системы. Использование технологии блокчейна на данных объектах в перспективе может позволить внедрить использование моментальной оплаты и автоматизированное ограничение потребления электрической и тепловой энергии, что кардинально улучшает платежную дисциплину.

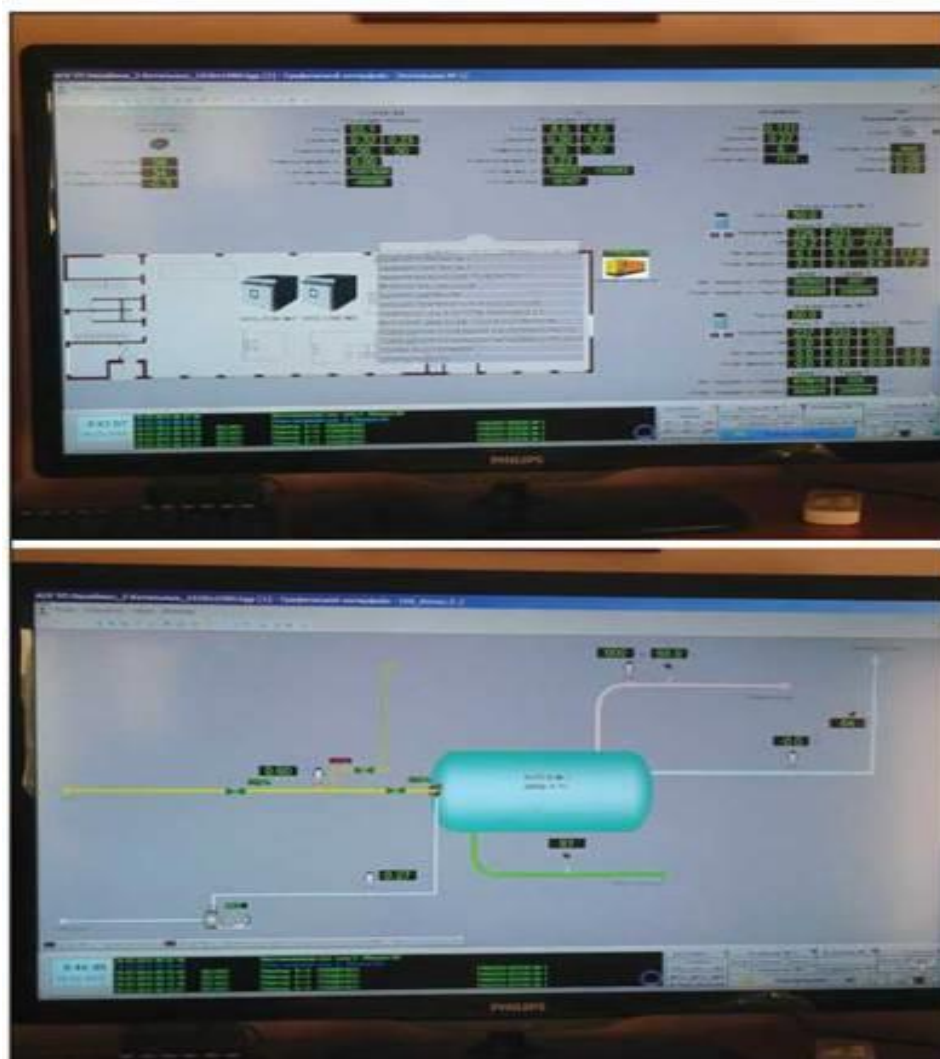


Рисунок 2. Схема АСУ – в действии на мониторах ПК

Для дальнейшего развития энергетики сельских территорий можно использовать следующие основные технологические решения в области технологий блокчейна:

1. Интеллектуальные контракты, которые могут обеспечивать автоматический контроль за передачей энергии потребителям. Системы хранения энергии также могут автоматически контролироваться. Таким образом, смарт-контракты будут способствовать поддержанию баланса между спросом и предложением на электрическую и тепловую энергию. В ситуации, когда создано больше энергии, чем необходимо, можно будет автоматически направить эти излишки в системы хранения энергии. Данные запасы энергии могут быть доступны, когда их текущее производство не может полностью удовлетворить существующий потребительский спрос.

2. Рассредоточенный учет или безопасный способ документирования всех видов деятельности может быть использован для функционирования энергетических сетей и складов. Блокчейн позволяет децентрализовать хранение всех транзакционных данных. Это позволяет распределить безопасный и защищенный от несанкционированного доступа реестр всех потоков энергии и транзакций.

3. Документирование прав собственности и связанных с ними транзакций. Блокчейн позволяет вести документацию не только о владении, но и безопасном хранении данных о собственности. Эти возможности особенно важны для сертификации энергии. Это дает возможность проверить электроэнергию с точки зрения возобновления ее источников и торговли выбросами.

4. В блочной цепочке можно сохранять историю владения каждым сертификатом вместе с полным журналом транзакций. Регистр и текущий статус активов, таких как интеллектуальные счетчики, сети и производственные объекты, также могут быть основаны на цепочке блоков. В будущем интеграция технологии блокчейна со смарт-устройствами может иметь большое значение. Сочетание этих решений позволило бы добиться ряда улучшений в энергетическом секторе для развития отечественных сельских территорий.

5. Упрощение модели выставления счетов – это еще одно преимущество использования этой технологии. Получение доступа к зарядной станции позволяет решить важную проблему для популяризации электромобилей на сельских территориях. Технология блокчейна позволяет также существенно упростить систему выставления счетов.

6. Блокчейн можно использовать для создания архива всех данных фактурирования, связанных с потреблением электрической и тепловой энергии. Интеллектуальные счетчики в сочетании с этой технологией могут позволить автоматическое считывание параметров и зарядку для потребления энергии. Потребители смогут расширить контроль над данными о потреблении энергии.

#### **Заключение.**

1. Внедрение блокчейна в энергетические службы для развития сельских территорий будет способствовать увеличению прозрачности деятельности энергосбытового сектора, в том числе для надзорных и контролирующих органов, повышению платежной дисциплины, совершенствованию управлением затрат на тепловую и электрическую энергию и эффективность самого энергопотребления.

2. Для повышения качества оперативного управления распределением электрической и тепловой энергии от источников малой генерации и ВИЭ встает необходимость введения и управления аналитических систем, которые снизят вероятность ошибок, совершаемых оперативным персоналом, и могут повысить энергоэффективность таких источников и ВИЭ. Однако развитие интеллектуальных сетей существенно замедляется недостаточно эффективной нормативно-правой базой, слабыми экономическими стимулами и состоянием энергетической инфраструктуры на сельских территориях Минской области в целом.

### Список литературы

[1] Терехин Д.А. Блокчейн: технология энергетики завтрашнего дня / Информационное обеспечение ТЭК/Информационные ресурсы России. – 2017/4 – С. 6 – 9.

[2] Государственная программа «Энергосбережение» на 2021-2025 годы, 2021 (в редакции Постановления СМ РБ от 24.02.2021 №103) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gosstandart.gov.by/approved-state-program-energy-saving-for-2021-2025-years> – Дата доступа: 27.02.2021

[3] Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы, 2016 (в редакции Постановления СМ РБ от 31.12.2019 №972) [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: [http:// HYPERLINK](http://HYPERLINK) "http://energoeffekt.gov.by/programs/govporgram20162020/2016-2020" [energoeffekt.gov.by](http://energoeffekt.gov.by) > programs > govporgram 20162020 – Дата доступа: 20.11.2020.

[4] Щетько, А. Котельная на местных видах топлива открылась в Столбцах / А. Щетько [Электронный ресурс] // Белорусская лесная газета. – Минск, 2020. – 19 ноября, № 47 (1329) . – С.1

## PROSPECTIVE OPPORTUNITIES OF THE BLOCKCHAIN FOR EFFICIENT USE OF LOCAL ENERGY RESOURCES IN RURAL TERRITORIES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

**I.A.OGANEZOV**  
*Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor*  
Associate Professor, Department  
of Economics and Organization of  
Enterprises, Belarusian State  
Agrarian Technical University

**N.V.SHCHERBINA**  
*Master of Engineering*  
Senior Lecturer,  
Department of Engineering  
Psychology and Ergonomics,  
Belarusian State University of  
Informatics and Radioelectronics

**A.V.BUGA**  
*Candidate of Economic Sciences,  
Associate Professor*  
Associate Professor of the  
Department of Economics of the  
North-West Institute of  
Management of the Russian  
Academy of National Economy  
and Public Administration under  
the President of the Russian  
Federation

*Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*North-West Institute of Management of the Russian Academy of National Economy and Public Administration  
under the President, Moscow, Russia*

*E-mail: shcherbina@bsuir.by*

**Abstract.** Considered the main proposals aimed at improving the efficiency of production and use of electric and heat energy in rural areas of the Republic of Belarus with the promising application of blockchain technology. Evaluations of the efficiency of the use of milled peat and fuel chips at new boiler houses in the Minsk region of the Republic of Belarus, which provide thermal energy to rural settlements. The potential of import substitution of natural gas in three districts of the Minsk region with local fuels has been determined. These circumstances can affect a significant increase in the efficiency of using local fuels and renewable energy sources in rural areas of the Republic of Belarus.

**Keywords:** blockchain, smart contract, energy, rural areas, fuel, resources, substitution, market, economy