

## ***Блокчейн – новые возможности для производителей и потребителей электроэнергии?***



# Содержание

<b>1. Блокчейн: вводная информация, определение и история развития</b>	<b>4</b>
<b>2. Обзор положения дел в других отраслях: опыт применения технологии «блокчейн» в различных сферах с акцентом на преимуществах для потребителей</b>	<b>9</b>
2.1. Сферы применения блокчейн-приложений в разных секторах	9
2.2. Использование блокчейн-приложений в качестве основы для создания криптовалют («Биткойн»)	11
2.3. Закрытые модели цепочек блоков данных (Nasdaq)	12
2.4. Приложения «умный контракт», основанные на закрытых цепочках блоков данных (R3 и Barclays)	13
2.5. Приложения «умный контракт», основанные на открытых цепочках блоков данных («Эфириум»)	14
<b>3. Обзор мировой практики: применение технологии «блокчейн» в электроэнергетическом секторе с точки зрения преимуществ для потребителей</b>	<b>15</b>
3.1. Возможности применения технологии «блокчейн» в электроэнергетике	15
3.2. Некоторые текущие проекты и участники рынка	20
3.3. Оценка текущих передовых проектов на основе технологии «блокчейн» и дальнейшие перспективы таких проектов в электроэнергетике	24
<b>4. Обзор законодательства в области электроэнергетики: действующая нормативно-правовая база для применения технологии «блокчейн» в рамках операций с участием потребителей и производителей, одновременно являющихся производителями, а также правовые вопросы, которые могут возникнуть в связи с применением блокчейна в будущем</b>	<b>25</b>
4.1. Европейское законодательство в области электроэнергетики	25
4.2. Применимые внутренние законы и подзаконные акты	26
4.3. Законодательство в области электроэнергетики и защита прав потребителей	28
<b>5. Вопросы нормативного характера, возникающие в связи с приложениями на базе технологии «блокчейн» в электроэнергетике</b>	<b>29</b>
5.1. Действующая нормативная база	29
5.2. Изменение рыночных функций под влиянием модели рынка на основе использования блокчейна	30
5.3. Препятствия на пути внедрения приложений на базе блокчейна и вопросы, которые предстоит решить	32
5.4. Потенциал использования блокчейна в свете соблюдения правил регулирования	33
<b>6. Риски и возможности для потребителя, связанные с применением технологии «блокчейн»</b>	<b>34</b>
6.1. Возможности, связанные с применением технологии «блокчейн» в электроэнергетике	36
6.2. Риски, связанные с применением технологии «блокчейн» в электроэнергетике	38
6.3. Обзор возможных социальных последствий в долгосрочной перспективе	40
<b>7. Выводы и прогнозы</b>	<b>41</b>
<b>Приложение 1. Список опрошенных экспертов</b>	<b>43</b>
<b>Приложение 2. Источники информации и соответствующие ссылки</b>	<b>44</b>
<b>Контактная информация</b>	<b>45</b>

Исследование проведено PwC по заказу Центра по консультированию потребителей (Verbraucherzentral) земли Северный Рейн-Вестфалия, г. Дюссельдорф

## Краткий обзор

### **Эффективная платформа для совершения транзакций в рамках сети, объединяющей равноправных участников**

Блокчейн – это особая технология, на которой основаны платформы для проведения операций между равноправными участниками, действующими без посредников, и в которой применяется децентрализованное хранение информации для отражения всех данных об операциях.

Впервые технология «блокчейн» была использована в финансовом секторе, где она послужила основой для создания криптовалюты «биткойн». В последнее время появляется все больше приложений, расширяющих ключевую функцию этой технологии – децентрализованное хранение данных о транзакциях – за счет интеграции механизмов, позволяющих децентрализованно проводить реальные сделки. Данные механизмы, получившие название «умных контрактов», работают на основе правил, установленных в индивидуальном порядке (например, конкретные требования в отношении количества, качества, цены) и позволяющих в автоматическом режиме подбирать потенциальных потребителей для поставщиков и наоборот на основе распределенных реестров.

### **Снижение затрат, ускорение процессов и повышение уровня гибкости**

Благодаря технологии блокчейна меняется порядок проведения операций: соответствующая транзакционная модель постепенно переходит от использования централизованной структуры (банки, биржи, торговые платформы, энергетические компании) к применению децентрализованной системы (конечные пользователи, потребители электроэнергии). В таких системах независимые посредники, в услугах которых сегодня нуждается большинство отраслей, больше не требуются (по крайней мере в соответствии с теорией блокчейна), поскольку операции могут быть инициированы и проведены напрямую «между равноправными участниками сети». Это позволяет сократить затраты и ускорить процессы. В результате вся система становится более гибкой, так как многие рабочие задачи, ранее выполнявшиеся вручную, теперь решаются в автоматическом режиме с использованием «умных контрактов».

### **Факторы, препятствующие сегодня внедрению приложений на базе блокчейна**

Теоретически блокчейн-системы не нуждаются ни в посредниках, ни в централизованном управлении. Противоречия разрешаются на основе принципа «пчелиного роя», то есть исходя из коллективного мнения всех участвующих сторон. Однако сегодня реализовать такие модели на практике все еще трудно. Кроме того, имеется ряд требований нормативно-правового характера, которые должны быть соблюдены при реализации блокчейн-проектов. В любом случае сама технология, позволяющая выстраивать цепочки блоков транзакций (блокчейны), еще не достигла необходимого уровня зрелости и продолжает развиваться.

### **В секторе финансовых услуг технология блокчейна достигла определенного уровня зрелости, но в энергетике и других отраслях это направление пока находится на этапе формирования концепций**

Вокруг концепции биткойна сформировалась целая «экосистема» компаний, которые строят свою работу, используя виртуальную валюту и лежащую в ее основе технологию. Сегодня многие банки и стартапы разрабатывают и испытывают другие направления, в рамках которых эта технология может быть использована для финансовых целей.

В других отраслях технология блокчейна только начинает делать первые шаги. В настоящее время некоторые стартапы выходят на рынок с проектами на основе блокчейн-решений. В электроэнергетике испытания технологии проводятся в рамках очень небольшого количества пилотных проектов, часть из которых финансируются крупными электроэнергетическими компаниями. Например, в апреле 2016 года в Нью-Йорке впервые были осуществлены операции купли-продажи электроэнергии, произведенной в децентрализованном порядке, между соседями с помощью блокчейн-системы. Цель – создать полностью децентрализованную систему энергоснабжения, в рамках которой контракты на поставку электроэнергии заключаются напрямую между производителями и потребителями электроэнергии (без участия сторонних посредников) и исполняются в автоматическом режиме.

### **Возможности для потребителей, являющихся одновременно и производителями**

Использование технологии блокчейна повышает роль отдельных потребителей и производителей на рынке. Технология позволяет потребителям электроэнергии, являющимся одновременно и ее производителями (то есть домохозяйствам, которые не только потребляют, но и производят электроэнергию), продавать и покупать электроэнергию напрямую и практически в автономном режиме. В настоящее время в электроэнергетике действует четко определенная нормативно-правовая база для потребителей и производителей, которая обеспечивает правовую защиту на многих уровнях, особенно защиту прав потребителей. Однако в средне- и долгосрочной перспективе действующую нормативно-правовую базу, по всей вероятности, придется скорректировать с учетом потребностей децентрализованных транзакционных моделей.

### **Различные варианты использования в энергетике**

Технология блокчейна имеет большие перспективы. Помимо использования для проведения операций по поставке энергоносителей, она также может служить основой процессов измерения объемов потребленной электроэнергии, выставления счетов за потребленные объемы и осуществления расчетов. Другие возможные области применения включают в себя оформление прав собственности на активы, документирование состояния активов (управление активами), оформление сертификатов «с гарантией происхождения», квот на выбросы углекислого газа и сертификатов, подтверждающих производство электроэнергии на основе использования возобновляемых источников энергии.

Технология блокчейна способна кардинальным образом изменить энергетическую систему, к которой мы привыкли, сначала путем преобразования отдельных секторов, а в конечном итоге посредством трансформации всего рынка электроэнергии.

# 1. Блокчейн:

## вводная информация, определение и история развития

**Блокчейн – это технология, которая позволяет проводить транзакции между равноправными участниками единой сети (P2P-сети). Транзакции данного вида предполагают, что каждый участник сети может осуществлять транзакцию напрямую с любым другим участником сети без привлечения стороннего посредника.**

Новшество технологии «блокчейн» заключается в том, что информация о транзакциях более не хранится в централизованной базе данных, а передается на компьютеры всех участников сети, которые хранят данные локально. Первым приложением на базе технологии блокчейна стало приложение «Биткойн» для так называемой криптовалюты (биткойн). В последние годы биткойн послужил основой для создания других блокчейн-приложений, большинство из которых в настоящее время разрабатываются в финансовой сфере. Совсем недавно был создан ряд компаний и запущены отдельные проекты, цель которых – применить принципы блокчейна в других отраслях, в том числе в электроэнергетике. В целом считается, что блокчейн-приложения представляют собой весьма перспективную технологию, однако пока они все еще находятся на ранних стадиях развития.

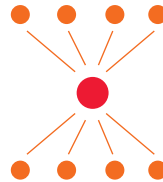
### Что такое блокчейн?

Цель настоящего исследования – проанализировать потенциальное воздействие технологии блокчейна на электроэнергетический сектор и изучить вопрос о том, какие возможности она может открыть перед покупателями и потребителями электроэнергии. Блокчейн был создан как нишевый продукт на второстепенных рынках, однако в последнее время эта технология привлекает к себе внимание экспертов из разных отраслей, а также вызывает повышенный интерес со стороны средств массовой информации. Тем не менее многие руководители, например в организациях сектора финансовых услуг, не уверены, какие меры им следует принять с учетом этой тенденции: в исследовании, проведенном PwC в марте 2016 года, об этом сообщили 57 % респондентов<sup>1</sup>.

Рис. 1. Как благодаря технологии блокчейна меняется порядок проведения транзакций

#### Традиционная транзакционная модель

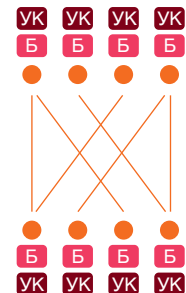
**Посредник, платформа**  
(например, биржи, трейдеры, банки, электроэнергетические компании)



**Поставщики**  
(например, продавцы, производители электроэнергии, кредиторы)

**Потребители**  
(например, покупатели, потребители электроэнергии, заемщики)

#### Транзакционная модель на базе технологии блокчейна



- Многоуровневая транзакционная модель, предусматривающая централизованное управление.
- Хранение данных о транзакциях в основном осуществляется централизованно (●).

- Транзакции проводятся непосредственно между поставщиками и потребителями.
- Все данные по транзакциям хранятся в распределенной цепочке блоков данных (Б): соответствующая информация в одном и том же виде хранится на компьютерах всех участников.
- В идеале все транзакции осуществляются на основе «умных контрактов» (УК), то есть на базе заранее установленных индивидуальных правил в части качества, цены, количества и пр.
- Преимущественно автоматизированная, децентрализованная транзакционная модель, не требующая участия сторонних посредников.

Во многих случаях эту неопределенность можно объяснить отсутствием четкого понимания того, как работает блокчейн. По сути, блокчейн представляет собой цифровой контракт, разрешающий конкретному лицу напрямую (в рамках P2P-сети) осуществить транзакцию с другим лицом и выставить ему счет (например, на продажу электроэнергии). Согласно концепции сети, объединяющей равноправных участников (P2P), информация обо всех транзакциях хранится в компьютерной сети, включающей компьютеры поставщика и покупателя, участвующих в транзакции, а также компьютеры многих других участников сети.

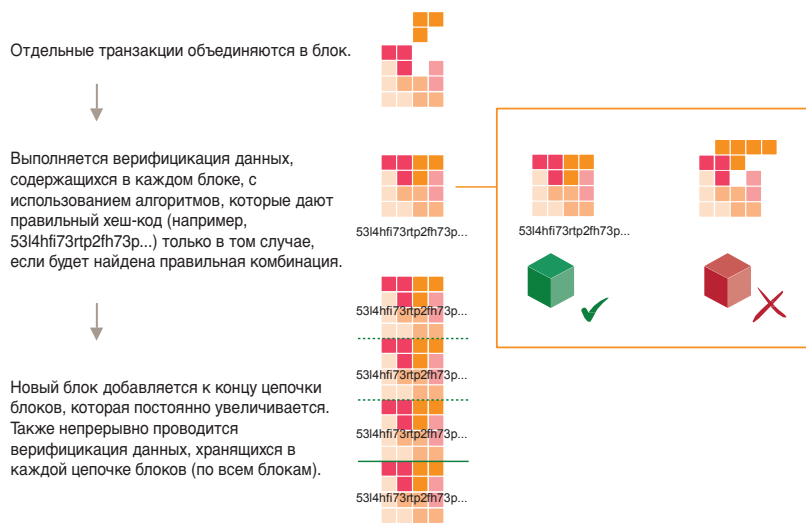
Традиционные посредники, например банк, в данной модели уже не требуются, поскольку другие участники сети выступают в роли свидетелей каждой транзакции между поставщиком и покупателем, а следовательно, могут впоследствии предоставить подтверждение деталей транзакции, так как соответствующая информация передается в сеть и хранится локально на компьютерах всех участников.

Рис. 2. Процесс блокчейна



**Как работает блокчейн?**

Рис. 3. Процесс верификации



Верификация данных, хранящихся в блоках, проводится с использованием алгоритмов, которые присваивают каждому блоку уникальный хеш-код. Каждый такой хеш-код представляет собой последовательность цифр и букв, которая создается на основе информации, хранящейся в соответствующем блоке данных. Если какая-либо информация, относящаяся к той или иной транзакции, в дальнейшем будет изменена в результате несанкционированного вмешательства или из-за ошибок передачи данных (например, точная сумма операции), то алгоритм, примененный к измененному блоку, уже не даст правильного хеш-кода, а следовательно, сообщит об ошибке.

Все комбинации цифр и букв постоянно проверяются на предмет их корректности, и из отдельных блоков данных формируется цепочка блоков данных, то есть блокчейн. Благодаря тому, что эти комбинации цифр и букв последовательно связаны друг с другом, целостность информации, хранящейся в цепочке блоков данных, невозможно нарушить (по крайней мере это потребует весьма значительных усилий). Непрерывный процесс верификации (называемый «майнингом») выполняется участниками блокчейна, которые получают вознаграждение за эту услугу в соответствии с тем, какой объем собственных вычислительных мощностей они израсходовали.

Процесс верификации гарантирует, что все участники могут пополнить цепочку блоков, но при этом последующее внесение изменений в записи невозможно. Это позволяет осуществлять операции в сети P2P напрямую между лицами или организациями, которым ранее обычно требовались услуги посредника для того, чтобы на законных основаниях отразить свои операции. Например, если в настоящее время для проведения финансовой операции между двумя сторонами требуется участие банка в качестве посредника, то в случае использования технологии блокчейна такую же операцию смогут осуществить напрямую и сами ее документально оформить непосредственно две участвующие в операции стороны.

### **История развития технологии «блокчейн»**

Существующие сегодня блокчейн-приложения можно разделить на три большие категории в зависимости от уровня разработки, а именно: блокчейн-приложения версий 1.0, 2.0 и 3.0. Категория «Блокчейн 1.0» охватывает такие виртуальные валюты (или криптовалюты), как биткойн, которые могут быть использованы в качестве альтернативы реальным валютам (например, евро или доллару США). До настоящего момента биткойн по-прежнему остается блокчейн-приложением, которое наиболее хорошо знакомо широкой публике и популярность которого продолжает расти. Однако, несмотря на то что у этой валюты появляется все большее число пользователей и объемы торговли в ней растут, доля операций с биткойнами на международных биржевых рынках в абсолютном выражении все еще остается минимальной. В настоящее время ничто не указывает на то, что биткойн сможет когда-либо хотя бы приблизиться к уровню других мировых валют.

Цель следующего этапа разработки – внедрить модели «умных контрактов», которые совместно называются «Блокчейн 2.0». «Умный контракт» представляет собой цифровой протокол, автоматически исполняющий заранее predetermined процессы транзакции и не требующий участия третьей стороны (например, банка). Давайте вернемся к примеру, приведенному в начале этой главы. Например, станет возможным создание полностью автоматизированного «умного контракта» между производителем электроэнергии и потребителем, который будет регулировать в автономном и защищенном режиме как поставки, так и платежи. В случае если покупатель, например, не сможет осуществить платеж, «умный контракт» автоматически обеспечит приостановку электроснабжения до момента получения платежа, при условии что стороны заранее договорились о включении такого механизма в свой контракт. Такое развитие ситуации представляет собой угрозу для традиционных бизнес-моделей банков, которые рискуют быть вытесненными из рыночного сегмента платежных систем.

Компании и разработчики могут принять решение о том, будут ли они создавать свои приложения на основе открытых или закрытых цепочек блоков. В случае открытой цепочки блоков сохраняется анонимность всех участников системы. Примерами таких цепочек блоков являются платформы «Биткойн» и «Эфириум». В закрытых блокчейн-системах все участники известны и идентифицированы до того, как будет предоставлен доступ. Некоторые преимущества закрытых цепочек блоков заключаются в том, что они позволяют использовать более простые структуры корпоративного управления и стоимость обслуживания таких цепочек блоков ниже, чем открытых. Следовательно, банки и поставщики платежных услуг должны будут использовать закрытые цепочки блоков в рамках своих текущих бизнес-моделей, в частности потому, что это позволит им в некоторой степени сохранить контроль, а также потенциал генерирования выручки.

Технология блокчейна следующего поколения, которая называется «Блокчейн 3.0», пока еще существует только на уровне концепции. Блокчейн 3.0 – это этап развития технологии, на котором осуществляется дальнейшая проработка концепции «умного контракта» с целью

создания децентрализованных, автономных организационных единиц, которые руководствуются собственными законами и действуют практически автономно.

*«Существующие сегодня блокчейн-приложения можно разделить на три большие категории в зависимости от уровня разработки, а именно: блокчейн-приложения версий 1.0, 2.0 и 3.0»*

# Подробно о том, как работает блокчейн

**Каждая цепочка блоков данных – это, по сути, так называемое приложение DApp («децентрализованное приложение»), которое работает на основе протокола P2P и имеет особую характеристику: обеспечивает функционал распределенного хранения для транзакционных данных.**

Приложения DApp – это приложения с открытым исходным кодом, которые представляют собой контракт, заключенный между сетью и ее пользователями, и которые основаны на технологии так называемого распределенного реестра (ledger), например блокчейны «Биткойн» или «Эфириум». Специфика этого приложения заключается в том, что ни одна организация не контролирует эти контракты и не имеет законного права требования в отношении них, а все решения (например, об адаптации протокола) принимаются в результате достижения пользователями консенсуса на основе компьютерного кода.

Приложение считается действительно децентрализованным, если и его протокол, и его данные хранятся в децентрализованной цепочке блоков (чтобы избежать наличия центральной точки отказа), находящейся в открытом доступе, а их правильность подтверждается путем использования механизма децентрализованной верификации (например, «доказательства выполнения работы»).

Децентрализованные должным образом приложения обеспечивают возможность хранения надежной учетной информации по всем транзакциям и деловым сделкам даже в том случае, если ключевые веб-сайты и интерфейсы находятся в офлайн-режиме. Кроме того, в дальнейшем никто не сможет изменить или стереть записи в распределенном реестре.

## **Приложения DApp могут быть классифицированы следующим образом:**

- Тип 1: децентрализованные приложения, имеющие собственные цепочки блоков
  - Примеры: Bitcoin, Altcoin, Litecoin.
- Тип 2: децентрализованные приложения, использующие цепочку блоков DApp типа 1
  - Пример: протокол Omni (слой программного обеспечения, выстроенный поверх цепочки блоков «Биткойн»).
  - Приложения DApps типа 2 представляют собой протоколы и используют собственные токены.
- Тип 3: децентрализованные приложения, использующие цепочку блоков DApp типа 2
  - Пример: сеть SAFE, использующая протокол Omni для выпуска токенов safecoin<sup>2</sup>.

## **Концепции доказательства выполнения работы и подтверждения доли**

Цель процесса верификации – добиться консенсуса в отношении информации, содержащейся в распределенном реестре. Верификация на основе консенсуса представляет собой децентрализованный (то есть встроенный в саму цепочку блоков) и автоматизированный процесс.

Для достижения консенсуса наиболее широко используются следующие два механизма<sup>3</sup>:

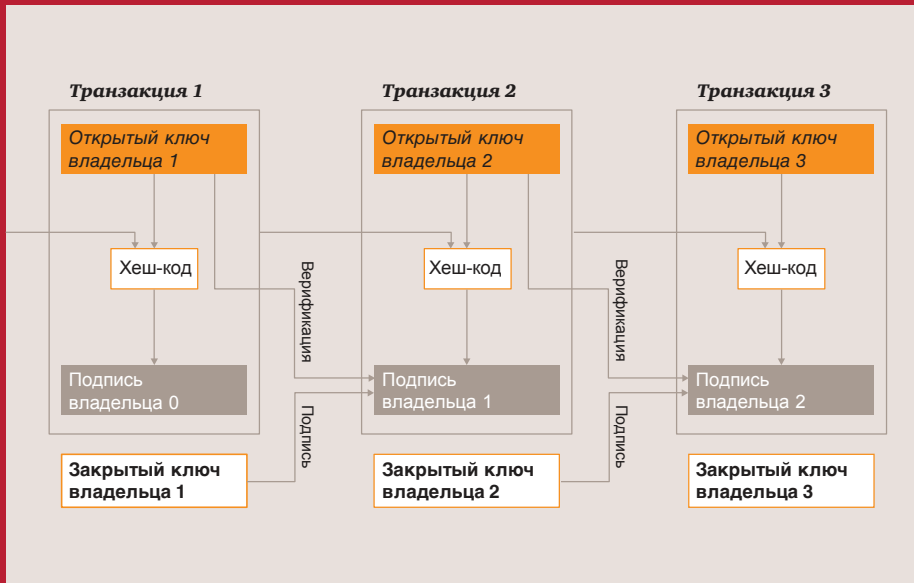
## **Доказательство выполнения работы**

Концепция доказательства выполнения работы – это механизм на основе консенсуса, который наиболее часто используется вместе с технологией блокчейна и который полагается на так называемых майнеров. Прежде чем информация по каждому блоку будет сохранена, проводится его верификация с помощью майнинга. Верификация данных, содержащихся в каждом блоке, осуществляется с использованием алгоритмов, которые присваивают каждому блоку уникальный хеш-код<sup>4</sup> на основе хранящейся в нем информации. Хеш-коды могут представлять собой обычные или криптографические хеш-комбинации. Сложность данной задачи заключается в обнаружении конкретного хеш-кода, соответствующего информации, которая содержится в блоке. Уровень сложности (трудности) гибко корректируется с учетом вычислительной мощности, имеющейся в сети майнеров, чтобы обеспечить возможность хеширования новых блоков с установленной периодичностью (Биткойн: 10 минут; Эфириум: 10 секунд). Даже если какая-то информация по какой-либо операции впоследствии меняется, например если изменяется сумма операции в результате несанкционированного вмешательства или из-за ошибок передачи данных, применяемый к блоку алгоритм уже не будет генерировать правильный хеш-код. Хеш-коды, рассчитанные для того же блока, который был сохранен несколько раз в децентрализованной сети (как описано выше), сопоставляются таким образом, чтобы выявить измененные блоки и объявить их недействительными. Верифицированная правильная версия блока выявляется большинством участвующих компьютеров и добавляется к другим, ранее верифицированным блокам, увеличивая таким образом цепочку блоков. Как только блок, содержащий первоначальную операцию, добавляется к цепочке блоков и данное добавочное звено сохраняется достаточным количеством участников сети, операция подтверждается, о чем информируются обе стороны, участвующие в операции.

<sup>2</sup> Источник: Дэвид Джонсон. «Децентрализованные приложения»

<sup>3</sup> Другие механизмы на основе консенсуса: протокол «Федеративное византийское соглашение» (FBA), депозитный консенсус, устойчивость к необъяснимым ошибкам системы.

<sup>4</sup> Хеш-алгоритмы используются для конвертации данных произвольной длины в данные фиксированной длины, составляя таким образом хеш-код. Хеш-сумма представляет собой контрольную сумму, используемую для шифрования сообщения переменного размера с применением функции хеширования. Никакие два зашифрованных сообщения не могут быть основаны на одной и той же хеш-сумме, равно как и хеш-сумма не может содержать подсказку в отношении представленной в сообщении информации.

Рис. 4. Транзакции между участниками сети P2P<sup>5</sup>

Процесс майнинга может быть также использован для принятия решений о внесении изменений в приложение DApp. Решения, принятые в соответствии с принципом доказательства выполнения работы, принимаются на основе объема работ, который выполнили отдельные заинтересованные лица для верификации блока данных.

#### Подтверждение доли

Подход, основанный на подтверждении доли, упрощает процесс майнинга, в рамках которого необходимо верифицировать большое количество токенов. Если, согласно принципу доказательства выполнения работы, большая группа пользователей распределенной сети непрерывно проводит верификацию хеш-кодов по транзакциям в рамках процесса майнинга, с тем чтобы актуализировать текущий статус блокчейн-активов, то в случае концепции подтверждения доли пользователи должны периодически доказывать право владения своей собственной долей («долей участия») в соответствующей валюте. Если используется метод подтверждения доли, работа, необходимая для выполнения верификации, распределяется между отдельными участниками в соответствии с их долей, выраженной в процентах. Например, если пользователь владеет долей в 10 % от общей стоимости блокчейн-активов, находящихся в обращении, то этот пользователь должен будет выполнять 10 % всех необходимых майнинг-операций. Использование такого подхода позволяет снизить уровень сложности децентрализованного процесса верификации и, следовательно, может обеспечить большую экономию за счет снижения затрат на электроэнергию и операционных затрат.

#### Что такое токены?

Термин «токен» может обозначать несколько понятий: токен может использоваться для предоставления пользователям доступа к компьютерному приложению, которое может быть как централизованным, так и децентрализованным, служить ключом к выполнению цифровых транзакций или представлять единицу валюты (например, биткойны).

Токены приложения DApp генерируются и распространяются с использованием стандартного алгоритма или набора критериев. Токены формируют основу для применения приложения, а кроме того, представляют собой вознаграждение за вклад пользователей. Тем не менее токены не представляют какие-либо активы, равно как и не дают прав на дивиденды или обыкновенные акции. Хотя ценность токена приложения DApp с течением времени может увеличиваться или снижаться, было бы неправильно рассматривать токены как своего рода гарантию безопасности.

#### Какие механизмы используются для распределения токенов?

Существует три общих механизма, которые могут использоваться в приложениях DApp (таких как «Биткойн» и «Эфириум») для распределения имеющихся у них токенов (например, биткойнов или эфиров): майнинг, привлечение средств и разработка.

- Майнинг: токены распределяются в виде вознаграждения среди тех участников, которые наиболее оперативно осуществляют операции по верификации (при этом консенсус достигается методом доказательства выполнения работы). «Биткойн» – это один из

примеров децентрализованного приложения DApp, генерирующего свои токены посредством майнинга.

- Привлечение средств: токены распределяются между теми лицами, которые финансировали первоначальную разработку приложения DApp.
- Разработка: токены генерируются с использованием заранее определенного механизма и имеются в наличии для целей будущих разработок приложения DApp (при этом консенсус достигается посредством подтверждения доли).

#### Осуществление транзакций

В случае блокчейн-транзакций криптографическое подтверждение заменяет собой привлечение стороннего посредника. На приведенной ниже схеме показана транзакция, осуществленная между равноправными участниками сети P2P без какой-либо помощи со стороны внешнего посредника. В этом контексте важно провести различие между двумя компонентами блокчейн-адреса, а именно закрытым ключом и открытым ключом. Открытый ключ можно использовать для просмотра истории транзакций пользователя, но для того чтобы произвести транзакцию, нужно знать еще и закрытый ключ. Закрытый ключ необходим для получения доступа к счету и выполнения транзакции.

На схеме показано, как Владелец 1 передает токен Владелец 2 посредством подписания в цифровом формате хеш-кода предыдущей транзакции и открытого ключа следующего получателя (цифровая подпись). Затем транзакция добавляется к блокчейну. Сторона, получающая информацию/платеж (Владелец 2), может верифицировать «цепочку владельцев» путем проверки достоверности подписей с использованием открытого ключа Владельца 1, хранящегося в цепочке блоков с открытым доступом. Однако они не могут проверить, был ли тот же токен уже использован предыдущим владельцем до момента совершения текущей транзакции («двойное использование»). Двойное использование может быть проверено либо централизованно (администратором), либо (в случае «Биткойна») в рамках процесса верификации, выполненного в децентрализованном порядке.



## 2. Обзор положения дел в других отраслях: опыт применения технологии «блокчейн» в различных сферах с акцентом на преимуществах для потребителей

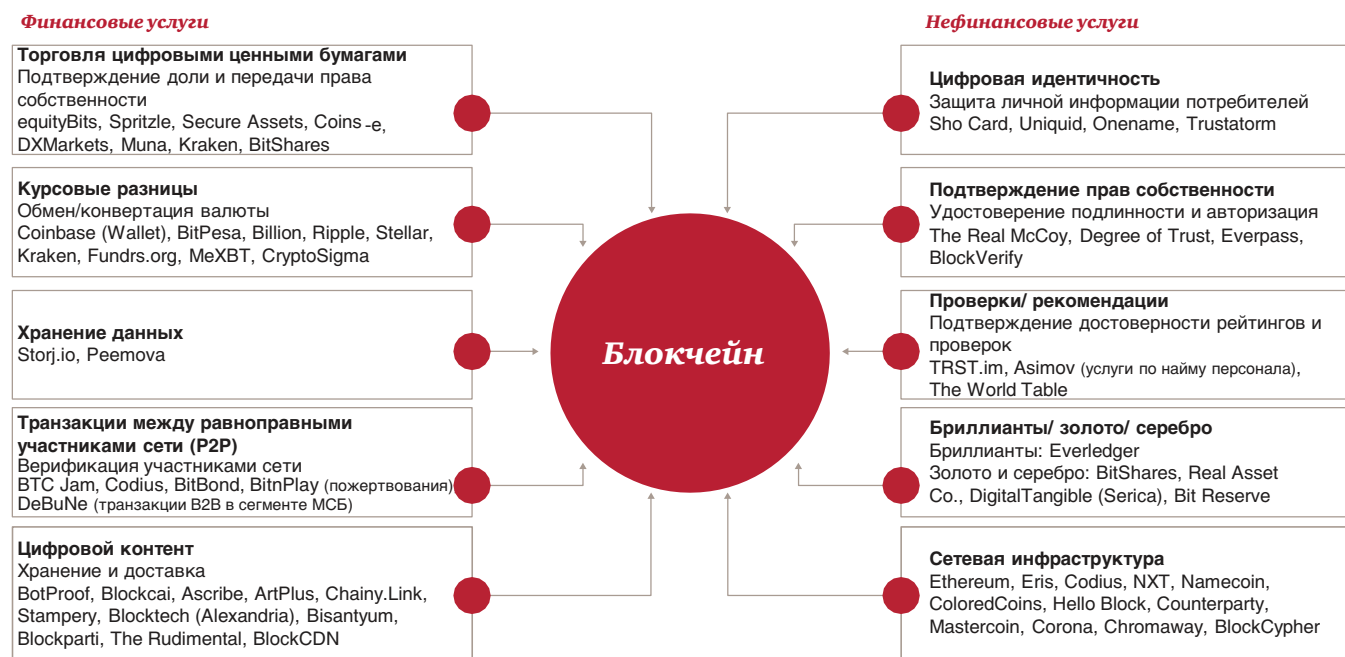
Если говорить о практическом применении технологии «блокчейн», то наибольшие успехи, вне всякого сомнения, достигнуты в финансовом секторе. В отличие от других отраслей, в финансовом секторе решения на базе блокчейна используются и разрабатываются не только небольшими сообществами, но и зрелыми игроками, например международными коммерческими банками.

В основном это объясняется тем, что в области финансовых услуг модель транзакций на основе блокчейна может обеспечить серьезное снижение затрат и повышение эффективности процессов, и все это за короткий период времени. С точки зрения потребителя, наиболее интересные вопросы заключаются в том, какая блокчейн-модель – открытая или закрытая – в конце концов победит и как «умные контракты» будут использоваться в будущем.

### 2.1. Сферы применения блокчейн-приложений в разных секторах

Как показано в приведенном ниже обзоре, приложения на основе блокчейна разрабатываются для самых разных отраслей и сценариев применения.

Рис. 5. Новые блокчейн-приложения



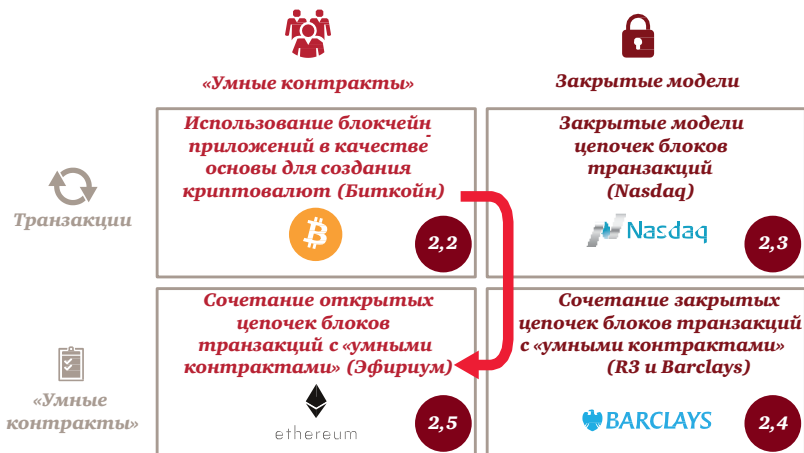
Все эти новые продукты все еще находятся на раннем этапе разработки: в большинстве проектов основное внимание сосредоточено на доработке концепций или на проведении первых испытаний. Однако такие решения, как Openate, дают нам некоторое представление о том, какое потенциальное воздействие может оказать технология блокчейна на другие области, помимо финансовой. Openate создает виртуальные идентификационные номера, которые однозначно определяют пользователей и позволяют им осуществлять вход в социальные сети, используя свою собственную идентификационную информацию.

Создаваемые Openate идентификационные номера, которые основаны на технологии блокчейна, а следовательно, защищены от постороннего вмешательства и не поддаются подделке, уже используются в Интернете, например в блогах, на форумах или в системах обмена цифровыми данными. Сегодня пока рано говорить о цифровых водительских правах и удостоверениях личности (а ведь это потенциальные будущие продукты на основе данной технологии), учитывая, что такие цифровые документы в настоящее время не являются установленной законом формой удостоверения личности и не признаются таковыми ни в одном государстве. Но эти примеры дают представление о том, какие идеи можно будет воплотить в жизнь с помощью технологии «блокчейн» в будущем.

Еще один пример – шведская компания-стартап Bitnation. Разработанное этой компанией приложение обеспечивает хранение государственных административных актов (например, договоров, страховых полисов или официальных удостоверений) в цепочке блоков. Это решение уже применяется на практике в отдельных случаях, например в Эстонии, где с 2015 года признается заключение брака, оформленное с использованием приложения Bitnation. Однако Bitnation пока не столь же успешен в создании других сопоставимых практических решений на базе своей цепочки блоков. Гондурас, например, отказался от запланированного переноса своего земельного кадастра в блокчейн.

В финансовой отрасли, напротив, количество функционирующих блокчейн-приложений растет день ото дня. С того момента, как в 2009 году было запущено первое блокчейн-приложение «Биткойн», эта технология и различные решения на ее основе

Рис. 6. Блокчейн-приложения в финансовом секторе



значительно продвинулись вперед. В настоящее время можно отметить два наиболее важных явления в финансовой сфере – это (1) тенденция создания приложений «умные контракты» на основе технологии блокчейна и (2) программы формирования закрытых цепочек блоков.

Благодаря этим тенденциям и программам расширится область применения потенциальных блокчейн-приложений. В следующих разделах этой главы мы рассматриваем разные виды блокчейн-моделей на примерах из практики организаций финансового сектора.

На основе представленного в этой публикации анализа мы сможем сделать некоторые выводы в отношении того, реализацию каких решений мы, возможно, увидим в ближайшем будущем в области электроэнергетики. В частности, вопрос о том, какая из двух блокчейн-моделей, по всей вероятности, будет использована в электроэнергетическом секторе, окажет значительное влияние на то, какие потенциальные преимущества и недостатки будет иметь эта технология с точки зрения потребителей.

*«В финансовой отрасли, напротив, количество функционирующих блокчейн-приложений растет день ото дня»*

## 2.2. Использование блокчейн-приложений в качестве основы для криптовалют («Биткойн»)

Платежная система «Биткойн» – это первое приложение, созданное на основе технологии блокчейна, а биткойны со временем стали самой ходовой криптовалютой. С 2009 года эта технология позволяет пользователям осуществлять переводы биткойнов друг другу без участия стороннего посредника, при этом само слово «биткойн» стало употребляться не только как название самой системы, но и как название денежной единицы.

Пользователям не требуется глубокое понимание системы для того, чтобы установить ее на своем устройстве и работать с ней. Даже неопытные пользователи могут относительно легко войти в систему. Более того, доступ к системе «Биткойн» ничем не ограничен. Любой пользователь может войти в систему и даже разработать новые приложения, используя в качестве основы цепочку блоков «Биткойн». При регистрации через веб-сайт «Биткойн» пользователи выбирают так называемый кошелек (который представляет собой их электронный бумажник) и адрес в системе «Биткойн». Биткойн-адреса аналогичны адресам электронной почты, с помощью которых пользователи могут посылать биткойны другим пользователям. Каждый раз, когда произведена транзакция, соответствующая информация передается по всей цепочке блоков «Биткойн» через связанную с ней сеть равноправных участников (P2P). Кошельки рассчитывают остатки по счетам на основании защищенной от постороннего вмешательства информации, которая хранится в цепочке блоков. Кошельки могут быть сконфигурированы таким образом, чтобы выполнялись только определенные транзакции, например только в том случае, если отправитель распоряжается значительной суммой биткойнов. Это обеспечивает пользователям-получателям комплексную систему защиты от мошеннических действий или от неплатежей. Вместе с тем пользователи, особенно неопытные, также подвергаются некоторому риску при использовании системы «Биткойн», например в случае, если они забудут свои реквизиты доступа, поскольку это означает, что активы, которые они хранили в этой системе, будут безвозвратно утеряны. Кроме того, в системе невозможно сторнировать ошибочно произведенные транзакции.

Платежи, произведенные в системе «Биткойн», могут быть четко и однозначно верифицированы, что означает невозможность возникновения в бухгалтерском учете ошибок, связанных с использованием этой системы. Вопреки распространенному мнению, такой высокий уровень прозрачности также ведет к утрате анонимности. К каждому шагу процедуры любого перевода средств в системе «Биткойн» имеется открытый доступ через Интернет. Хотя все счета, а следовательно, и пользователи, участвующие в транзакции, являются анонимными, но как только регистрационное имя пользователя (имя-псевдоним) становится известно, можно сразу найти всю историю транзакций пользователя в цепочке блоков и проследить транзакцию обратно вплоть до пользователя.

За семь лет работы системы никому не удалось изменить биткойн-транзакцию после того, как она была проведена, или организовать успешную атаку на сеть (либо хотя бы помешать ее работе). Тем не менее в прошлом имели место инциденты, в частности случаи, когда биткойны были украдены посредством манипуляций с обменными операциями<sup>6</sup>.

Если рассматривать не только виртуальную среду, где биткойны используются для оплаты покупок в интернет-магазинах и т. п., следует отметить, что растет число ресторанов, гостиниц и музыкальных магазинов, которые принимают биткойны в качестве платежного средства. Муниципалитет швейцарского города Цуг даже стал первым государственным административным органом, который начал принимать платежи в биткойнах. Однако обменять биткойны на «реальные» продукты по-прежнему трудно. Одна из имевшихся ранее проблем для пользователей, которая возникала в связи с существенными колебаниями обменного курса цифровой валюты по отношению к «реальным» валютам, в настоящее время уже в основном устранена благодаря приложениям, которые предлагают обмен биткойнов на евро в момент осуществления платежа.

Только будущее покажет, будет ли рядовой потребитель ценить (и если будет, то в какой мере) такие преимущества блокчейн-приложений (например, «Биткойна»), как повышенный уровень защиты от постороннего вмешательства и экономию (теоретическую) на затратах, считая их значимым и заметным шагом вперед по сравнению с традиционной платежной системой. Последняя уже сегодня обычно предлагает бесплатный перевод денег, обеспечивает высокие стандарты безопасности и значительно более высокую скорость обработки транзакций по переводу денежных средств (50 000 переводов в секунду в платежной системе Visa по сравнению с 7 переводами в секунду в случае системы «Биткойн»).

6 Инцидент с Misoip, когда операторам Гонконгской биржи удалось похитить биткойны на сумму в несколько миллионов евро с помощью схемы Понци.

### 2.3. Закрытые модели цепочек блоков транзакций (Nasdaq)

Закрытые цепочки блоков транзакций были разработаны преимущественно по инициативе компаний сектора финансовых услуг. Пользователи могут получить доступ к закрытой цепочке блоков только в том случае, если оператор, контролирующий цепочку блоков, например банк, однозначно определяет пользователей и предоставляет им доступ к цепочке блоков.

Таким образом, закрытые цепочки блоков обычно рассматриваются банками и операторами бирж в качестве возможности защитить свои экономические модели, так как позволяют им перенаправить своих клиентов в контролируруемую ими цепочку блоков. Кроме того, они могут продолжать взимать плату за услуги, которые при использовании блокчейн-приложений могут быть оказаны в автоматическом режиме, а следовательно, почти с нулевыми затратами. В то же время блокчейн-модели предоставляют банкам возможность автоматизировать свои процессы, благодаря чему последние становятся более эффективными и рентабельными. Еще одно преимущество закрытых цепочек блоков с точки зрения оператора заключается в том, что в техническом плане правила, по которым работает цепочка блоков, могут быть легко изменены, что позволяет оператору сторнировать транзакции уже после их отражения в системе. Кроме того, оператор будет выполнять функцию центрального органа, осуществляющего верификацию всех транзакций. Поскольку в этом случае не требуется никакой глобальной сети равноправных участников (P2P), обработка транзакций может быть произведена с меньшими операционными затратами и более быстрыми темпами. Помимо этого, возможно, по крайней мере теоретически, обеспечить более высокую степень анонимности, поскольку история транзакции уже не будет открытой для широкого круга лиц. Вместе с тем это также будет означать, что закрытые цепочки блоков уже не смогут обеспечить защиту от постороннего вмешательства либо будут обеспечивать ее только в некоторой степени, а ведь именно такая защита изначально являлась одной из ключевых особенностей цепочек блоков.

При более тщательном рассмотрении становится ясно, что многие закрытые модели цепочки блоков уже не работают в соответствии с принципами, которые первоначально характеризовали блокчейн-системы, поскольку они, помимо прочего, допускают как минимум теоретическую возможность постороннего вмешательства или внесения изменений оператором после отражения данных в системе. В этом смысле закрытые цепочки блоков во многом схожи с традиционными системами «клиент-сервер» или облачными структурами.

Рис. 7. Сопоставление открытых и закрытых цепочек блоков

#### Открытая цепочка блоков



- Надежный посредник уже не требуется.
- Оператор не может манипулировать данными.
- Отсутствует стимул к взиманию дополнительных комиссионных платежей.

#### Закрытая цепочка блоков



- Оператор может контролировать, кто именно получает доступ.
- Возможны интервенции (после отражения данных в системе).
- Возможна более высокая степень анонимности.
- Более низкие операционные затраты.
- Ускорение процесса проведения транзакций.

Типичным примером закрытой блокчейн-системы является программа, реализованная американским биржевым оператором Nasdaq. Nasdaq в настоящее время проводит испытание своего первого блокчейн-приложения на закрытой рыночной платформе, основанной на блокчейн-технологии. Приложение используется для осуществления торговых операций перед IPO (продажа стартапами акций инвесторам до выхода на биржу). В прошлом для проведения и клиринга таких транзакций требовались юристы, бухгалтеры и консультанты. В частности, весьма трудоемкой и затратной задачей всегда являлась процедура верификации информации, которой обмениваются покупатель и продавец, поскольку в противном случае обе стороны подвергаются риску нарушения процессуальных норм права при подготовке транзакции. Именно с этой целью в 2015 году биржей Nasdaq была разработана облачная платформа, которая получила название LINQ. Она построена на закрытой цепочке блоков, в которой хранится информация о текущих долях участия и соответствующих изменениях, о ценах выпущенных акций в рамках каждого раунда размещения ценных бумаг, а также информация об имеющихся опционах на акции.

Кроме того, платформа отражает конкретные шаги до и во время транзакций. Таким образом, пользователи могут отслеживать, кто приобрел акции компании, какие это акции и как они были затем проданы. В конце прошлого года эта система заменила собой использовавшийся ранее процесс, осуществлявшийся вручную на основе документов и учетных записей, которые вели юристы, бухгалтеры и консультанты, а также на основе данных электронных таблиц, которые предоставляли сами стартапы и которые часто содержали ошибки.

В соответствии с информацией от Nasdaq, первые транзакции, выполненные в общей сложности для шести компаний-стартапов и их инвесторов, были успешными, поэтому планируется в скором времени распространить это приложение на другие области. Помимо повышения уровня прозрачности и реализации функционала по отражению учетных записей, платформа обеспечивает пользователям дополнительные преимущества в виде сокращения затрат и ускорения процесса. Однако при этом выгода, получаемая Nasdaq от сокращения затрат, не распространяется в полном объеме на ее клиентов, и биржа продолжает взимать с них комиссионные за предоставление услуг.

Рис. 8. Платформа LINQ биржи Nasdaq



#### **2.4. Приложения «умный контракт», основанные на закрытых цепочках блоков данных (R3 и Barclays)**

В приложении LINQ, рассмотренном в предыдущем примере, до сих пор отсутствовал функционал «умный контракт», и поэтому данное приложение является в основном инструментом для ведения учетных записей по уже состоявшимся транзакциям. Тем не менее в среднесрочной перспективе компании непременно начнут создавать «умные контракты» на основе закрытых цепочек блоков для достижения более полной автоматизации процессов.

В этой конкретной области все внимание приковано к консорциуму из 45 крупных международных банков, финансирующих компанию-стартап R3. Такие банки, как Barclays, BBVA, Credit Suisse, JPMorgan, Royal Bank of Scotland, Deutsche Bank и UBS, сотрудничают с R3 с 2015 года в области применения технологии блокчейна к «реальным» валютам, например евро или доллару США. Целью сотрудничества является разработка общих отраслевых стандартов, разрешающих самым разным банкам использовать блокчейн-системы. 3 марта 2016 года R3 впервые успешно применила свою собственную блокчейн-систему Corda при проведении торгов с облигациями в рамках пилотного проекта, в котором приняли участие 40 банков.

У цепочки блоков Corda, практически как и у любой другой закрытой цепочки блоков, имеются некоторые полезные для банков свойства: например, она позволяет банкам использовать транзакционную платформу и при этом получать исключительное право доступа к данным. Особое внимание в рамках проекта уделяется интеграции «умных контрактов». В апреле 2016 года тяжеловес британского банковского сектора Barclays впервые продемонстрировал, как можно сочетать цепочку блоков Corda с «умными контрактами» при торговле производными финансовыми инструментами.

Производные финансовые инструменты представляют собой взаимные договоры, используемые в финансовом секторе. Как и при заключении пари, стоимость производного инструмента зависит от стоимости определенного базового актива, например от цены акции, процентной ставки или цены на сырьевой товар, в определенный момент времени в будущем. Для участия в торговле производными финансовыми инструментами требуется заполнение огромного количества бумаг или цифровых документов, как и в случае с рынком облигаций в предыдущем примере.

Barclays уже в течение определенного времени разрабатывает блокчейн-инструмент, который, помимо отражения всех данных о транзакциях аналогично тому, как это делается с использованием платформы LINQ биржи Nasdaq, реализует первую версию «умного контракта» для расчетов, осуществляемых в ходе торговли производными финансовыми инструментами. Предполагается, что в будущем «умный контракт» сможет автоматически осуществлять перевод суммы, равной стоимости производного финансового инструмента, на счет получателя средств по транзакции со счета его контрагента. Действующая нормативно-правовая база все еще требует от контрагента, который должен осуществить платеж, авторизации автоматического перевода средств, но технически уже сегодня можно полностью автоматизировать процесс, не оставляя сторонам никакой возможности для вмешательства.

Это еще один пример того, что технология может обеспечивать сокращение затрат и ускорение процесса за счет автоматизации задач, которые сегодня выполняются вручную. Кроме того, у участвующих сторон имеется больше определенности в отношении платежей, которые они должны получить или произвести, поскольку «умный контракт» может однозначно определить статус производного инструмента, а также произвести окончательный расчет по нему.

*«Предполагается, что в будущем “умный контракт” сможет автоматически осуществлять перевод суммы, равной стоимости производного инструмента, на счет получателя средств по транзакции со счета его контрагента»*



## 3. Обзор мировой практики: применение технологии «блокчейн» в электроэнергетическом секторе с точки зрения преимуществ для потребителей

*В настоящее время различные компании разрабатывают блокчейн-приложения для электроэнергетики. Но ни одна из них еще не преодолела этапа формулирования концепции или проведения первых испытаний. В апреле 2016 года в Нью-Йорке впервые было проведено испытание системы продажи электроэнергии, произведенной в децентрализованном порядке, напрямую одним соседом другому в рамках блокчейн-системы.*

Международные энергетические компании тоже работают над пилотными проектами на основе технологии блокчейна. Все эти приложения предназначены для того, чтобы объединить в одну сеть потребителей электроэнергии, одновременно являющихся и ее производителями, и (или) связать напрямую поставщиков и потребителей электроэнергии. Таким образом, блокчейн может создать фундамент для дальнейшей децентрализации энергосистем.

### 3.1. Возможности применения технологии «блокчейн» в электроэнергетике

Некоторые базовые допущения, стимулирующие развитие технологии «блокчейн» в финансовом секторе, могут быть применены и в электроэнергетическом секторе:

- Децентрализованное хранение данных по транзакциям повышает уровень их защиты и обеспечивает более высокую степень независимости от единого органа, осуществляющего централизованное администрирование.  
>> В принципе это применимо и к электроэнергетике.
- У технологии «блокчейн» широкая сфера применения. Цепочки блоков могут облегчить совершение платежей с использованием криптовалют, цифровизацию договоров, управление цифровым контентом, верификацию транзакций, исполнение торговых операций или могут быть применены во многих других областях. Предполагается, что следующим важным шагом в развитии технологии станет внедрение «умных контрактов».  
>> В принципе это применимо и к электроэнергетике.

- Новые децентрализованные бизнес-модели уже не требуют участия сторонних посредников.

>> В принципе это применимо и к электроэнергетике.

- Станет ли технология успешной, будет зависеть не только от технических возможностей системы, но и от применимой нормативно-правовой базы, масштабируемости технологии и ее способности к адаптации, а также от рентабельности инвестиций.

>> В принципе это применимо и к электроэнергетике.

Энергетический сектор отличается от финансовой отрасли тем, что здесь необходимо принимать во внимание и сам физический продукт (то есть электроэнергию). При осуществлении транзакций в этом секторе необходимо не только оперировать цифрами и информацией, но и учитывать сам факт торговли электроэнергией, которая поставляется с помощью объектов сетевой инфраструктуры.

В представленном далее обзоре показаны возможности практического применения технологии «блокчейн» в электроэнергетике.

Рис. 10. Обзор возможностей практического применения технологии «блокчейн» в электроэнергетике

**Приложения, в которых акцент делается на транзакциях и «умных контрактах» (автоматическое исполнение транзакций)**

**Децентрализованная система для проведения транзакций и осуществления поставок в электроэнергетическом секторе**

- Децентрализованная купля-продажа энергии (преимущественно электроэнергии).
- Особые возможности и варианты использования для потребителей, являющихся одновременно и производителями.
- Отсутствие процесса перехода от одного поставщика к другому. Интеграция криптовалюты.

**Другие приложения на базе «умных контрактов», например в таких областях, как электромобильность и интеллектуальные устройства**

**Приложения, в которых акцент делается на документальном оформлении прав собственности**

- Реестр, отражающий права собственности и текущее состояние активов (управление активами)
- Гарантии происхождения, сертификация производства электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии
- Гарантии происхождения, сертификация квот на выбросы

**Приложения, в которых акцент делается на использовании распределенного реестра для осуществления записей о транзакциях**

- Измерение потребления электроэнергии и выставление счетов за потребленную электроэнергию
- Измерение потребления тепловой энергии и выставление счетов за потребленную тепловую энергию
- Выставление счетов для электромобильного транспорта («роуминг»)

Ключевое приложение, к обсуждению которого мы будем возвращаться на протяжении нашего исследования и которое будет служить основой для оценки потенциала технологии «блокчейн» в электроэнергетическом секторе, предназначено для разработки децентрализованной системы, позволяющей осуществлять транзакции в энергетическом секторе и обеспечивать энергоснабжение.

В остальных случаях применение систем на базе блокчейна позволяет максимально эффективно использовать функционал этой технологии для надежного отражения транзакционных данных, доступных всем участникам сети, на основе распределенного реестра (например, документальное оформление прав собственности, измерение объема потребления и выставление счетов на потребленную электроэнергию).

**Децентрализованная система энергетических транзакций и энергоснабжения**

Если опыт, приобретенный в ходе применения блокчейн-систем в финансовом секторе, использовать в электроэнергетике, то, по всей вероятности, технология «блокчейн» способна обеспечить основу для создания децентрализованной системы энергоснабжения. Возможно, нам удастся кардинальным образом упростить существующую сегодня многоуровневую систему, в которой производители электроэнергии, операторы сетей электропередачи, операторы распределительных сетей и поставщики электроэнергии осуществляют транзакции на разных уровнях, если будут созданы условия, при которых производители и потребители будут взаимодействовать напрямую, и если мы сможем скорректировать способы контроля сетей с учетом новых требований.

Некоторые потребители одновременно являются и производителями электроэнергии (англ. prosumer, producer + consumer): они не только потребляют энергию, но и имеют в своем распоряжении генерирующие мощности в виде системы солнечных батарей, малых ветровых генераторов или ТЭЦ. Технология блокчейна, вероятно, позволит им продавать генерируемую ими электроэнергию непосредственно своим соседям.

Блокчейн-системы инициируют транзакции и передают информацию о них, при этом при отражении таких транзакций исключается возможность постороннего вмешательства. Все транзакции, осуществляемые между сторонами, выполняются непосредственно в сети, объединяющей равноправных участников (P2P). Можно считать, что полностью децентрализованная система обработки транзакций и энергоснабжения, приведенная в качестве примера на рис. 11, теоретически представляет собой наивысший уровень развития приложений на основе технологии «блокчейн» в электроэнергетике.

*«Блокчейн-системы инициируют транзакции и передают информацию о них, при этом при отражении таких транзакций исключается возможность постороннего вмешательства»*



- Благодаря технологии «блокчейн» становится возможным **контролировать работу электросетей с помощью «умных контрактов»**. «Умные контракты» будут подавать системе сигнал о том, когда необходимо инициировать транзакции. Система будет функционировать в соответствии с заранее установленными правилами, цель которых – обеспечить, чтобы контроль всех потоков электроэнергии, предназначенных для передачи и хранения, осуществлялся в автоматическом режиме таким образом, чтобы уравновесить спрос и предложение. Например, каждый раз, когда объемы произведенной электроэнергии превышают существующие потребности, можно использовать «умные контракты» для того, чтобы данные излишки электроэнергии автоматически направлялись в хранилище. И наоборот, электроэнергию из хранилища можно использовать тогда, когда произведенного объема электроэнергии оказывается недостаточно. Таким образом, с помощью технологии блокчейна можно напрямую контролировать потоки электроэнергии и хранилища, накапливающие электроэнергию. Кроме того, «умные контракты» могут быть использованы для управления работой по уравновешиванию спроса и предложения и для контроля за деятельностью виртуальных электростанций.
  - Децентрализованное хранение всех данных о транзакциях в цепочке блоков позволит обеспечить **надежное отражение и хранение информации** обо всех потоках электроэнергии и бизнес-операциях **на основе использования распределенного реестра**. Потоки электроэнергии и транзакции, которые будут частично инициированы «умными контрактами» и отражены в цепочке блоков транзакций, будут документально оформлены и обеспечены защитой от постороннего вмешательства. Использование «умных контрактов», контролирующей систему, в сочетании с распределенными реестрами, надежно документирующими все действия, также будет оказывать непосредственное влияние на работу сетей и хранилищ.
  - Еще одна потенциальная область применения этой технологии в будущем – это использование цепочек блоков для документального оформления права собственности и соответствующих транзакций за счет обеспечения **надежного хранения записей о праве собственности**. Возможность хранения всех данных о транзакциях в децентрализованном порядке, обеспечивающем защищенность от постороннего вмешательства, открывает огромные возможности в области сертификации электроэнергии.
- Речь идет прежде всего о двух приложениях. Первое касается верификации производства электроэнергии из возобновляемых источников и верификации квот на выбросы (при торговле квотами на выбросы). История перехода прав по каждому сертификату может быть точно отражена в цепочке блоков. Это позволит обеспечить прозрачное и защищенное от постороннего вмешательства управление «зелеными сертификатами» и квотами на выбросы. Еще один пример применения относится к «Интернету вещей» и предполагает создание на основе технологии «блокчейн» реестра, который регулирует вопросы прав собственности и текущее состояние активов (управление активами), например «умных» счетчиков, сетей и объектов по производству электроэнергии (таких как система солнечных батарей), и в котором отражена эта информация.
- Для оплаты электроэнергии потребители могут использовать **криптовалюту**.

Рис. 11. Фундаментальные элементы децентрализованной системы энергетических транзакций и энергоснабжения



В случае объединения отдельных блокчейн-приложений, в будущем может появиться **децентрализованная система энергетических транзакций и энергоснабжения**. Поставки электроэнергии, производимой на объектах малой распределенной энергетики, конечным потребителям будут осуществляться по микросетям. Объемы произведенной и потребленной электроэнергии будут измеряться с помощью «умных счетчиков», а операции по торговле электроэнергией и платежи в криптовалюте будут контролироваться с помощью «умных контрактов» и исполняться с использованием блокчейна.

Применение этих механизмов на рынке электроэнергии Германии показывает, что электроснабжение можно организовать без привлечения брокеров или электроэнергетических компаний. При действующей системе электроэнергия производится на генерирующих объектах с централизованным управлением и поставляется промышленным и бытовым потребителям по распределительным сетям, операторами которых являются электроэнергетические компании.

Трейдера покупают и продают электроэнергию на биржах, а банки выступают в роли поставщиков платежных услуг, занимаясь обработкой транзакций, осуществленных участвующими сторонами. Для процессов, основанных на применении блокчейна, уже не будут требоваться электроэнергетические компании, трейдеры и банки (для проведения платежей). Вместо этого появится децентрализованная система энергетических транзакций и энергоснабжения, в рамках которой приложения «умные контракты», работающие на основе блокчейн-технологии, позволят потребителям управлять своими договорами на электроснабжение и данными об объеме потребленной ими электроэнергии.

Рис. 12. Преобразование рыночных структур при внедрении децентрализованной транзакционной модели



### **Другие возможности использования технологии блокчейна в электроэнергетике**

Помимо использования для создания децентрализованной модели транзакций, как было описано выше, технология «блокчейн» может применяться и в других областях электроэнергетики.

Блокчейн можно использовать для построения **простой модели выставления счетов**, что будет способствовать устранению одного из основных барьеров, препятствующих в настоящее время массовому принятию пользователями концепции **электромобильности**. Широкое использование электромобилей может стать реальностью только в том случае, если водители будут иметь доступ к станциям подзарядки электромобильного транспорта практически в любом месте. Один из проблемных вопросов, с которым мы сталкиваемся сегодня, заключается в том, как упростить систему выставления счетов на станциях подзарядки, расположенных в общедоступных общественных местах. Одним из вариантов (помимо других инновационных платежных моделей) может стать модель на базе технологии «блокчейн», предусматривающая следующее: водитель электромобиля припарковывает свой электромобиль, например чтобы пройти по магазинам, а в это время его автомобиль самостоятельно регистрируется в системе станции подзарядки и заряжается автоматически (в перспективе, вероятно, при зарядке будет использоваться даже метод электромагнитной индукции). После того как водитель уедет с парковки, станция подзарядки автоматически выставит ему счет за потребленную электроэнергию, используя при этом технологию «блокчейн».

Еще одна сфера применения, значимость которой может возрасти в обозримом будущем, – это **интеграция блокчейна в решения в области «умных» (интеллектуальных) устройств**. Когда в будущем интеллектуальные устройства начнут взаимодействовать друг с другом и с другими устройствами в доме и вне дома, а также на предприятии и за его пределами, потребуются коммуникационная среда, способная обеспечить передачу и хранение соответствующей информации и данных о транзакциях. И здесь подходящим вариантом может стать использование цепочек блоков транзакций.

Более того, благодаря тому что блокчейн функционирует как база данных о транзакциях, построенная на принципе распределенного реестра, с помощью блокчейна можно создать **универсальный архив для хранения всех данных по выставленным счетам за электроэнергию**. После повсеместного внедрения системы «умных счетчиков» (а это является **непеременным условием**) технология «блокчейн» может стать инструментом, который потребители будут использовать для считывания показаний счетчиков и предоставления информации для подготовки счетов за электроэнергию, используя свои цифровые счетчики энергопотребления. Ключевым аспектом здесь являются расширенные возможности контроля, которые получают потребители в отношении своих договоров на электроснабжение, а также данных о потреблении электроэнергии.

Важным событием последнего времени, которое приведет к формированию основополагающей концепции развития указанных выше приложений, является принятие в Германии **Закона о цифровизации энергетической отрасли для перехода к надежному энергоснабжению** (Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende), который в июне 2016 года был рассмотрен в третьем чтении в Федеральном парламенте Германии – Бундестаге и, как предполагается, вступит в силу в 2017 году. В центре внимания закона – введение обязанности по установлению интеллектуальных измерительных приборов для измерения и передачи информации о спросе на электроэнергию со стороны потребителей и об объеме выпуска электроэнергии производителями. Отдельные вопросы электромобильности также должны стать частью концепции, лежащей в основе этого закона. Так, станции подзарядки для электромобилей и их пользователи считаются конечными пользователями согласно этому закону. В тех случаях, когда станции подзарядки должны быть оборудованы интеллектуальными системами измерения, закон предусматривает специальные требования в отношении их установки и эксплуатации.

В принципе можно использовать и другие соответствующие приложения, применяемые вне рамок электроэнергетического сектора, например когда речь идет о **выставлении клиентам счетов за энергию, которые они потребляют при отоплении помещений или нагреве воды**, то есть о деятельности, осуществляемой в настоящее время преимущественно специализированными поставщиками услуг по снятию показаний счетчиков, например Brunata, ISTA или Techem. В этом сегменте рынка часто отмечаются случаи предполагаемого завышения цен или установления олигополистического контроля, когда, в частности, у съемщиков жилья практически не имеется возможности оспорить выставленные им счета. В системе, работающей на основе технологии «блокчейн», съемщики жилья могут выбирать учетчиков показаний измерительных приборов, то есть отдать предпочтение поставщику услуг, который предложит выгодные условия, и обмениваться с ним данными, получаемыми благодаря интеллектуальным счетчикам, в рамках прозрачного процесса, основанного на блокчейне.

*«Еще одна сфера применения, значимость которой может возрасти в обозримом будущем, – это интеграция блокчейна в решения в области “умных” (интеллектуальных) устройств»*

### 3.2. Некоторые текущие проекты и участники рынка

В настоящее время в Германии разработку приложений на основе технологии «блокчейн» для применения в секторе энергетики ведут главным образом компании RWE и Vattenfall. Можно предположить, что другие компании электроэнергетического сектора тоже работают над реализацией решений на основе блокчейн-технологии, но результаты их работ на рынке пока не видны.

На приведенной ниже схеме представлен обзор компаний, которые, как известно, в настоящее время работают над блокчейн-проектами для электроэнергетического сектора.

Рис. 13. Карта ключевых игроков, делающих ставку на технологию «блокчейн» в электроэнергетическом секторе



## Brooklyn Microgrid {TransactiveGrid}

www.brooklynmicrogrid.com

Проект Brooklyn Microgrid разрабатывается в настоящее время в США компанией TransactiveGrid, совместным предприятием, созданным компаниями LO3 Energy и ConsenSys. Цель проекта – протестировать, как технология «блокчейн» может быть использована для проведения операций по продаже электроэнергии от солнечных батарей непосредственно между соседями. Технология, используемая в проекте, строится на базе цепочки блоков «Эфириум».

Начиная с апреля 2016 года в рамках первоначального пилотного проекта, реализуемого в Бруклине, исследуется вопрос о том, как интегрировать здания, оборудованные системами, работающими от распределенных источников генерирования электрической энергии (в данном случае от солнечных батарей), в децентрализованную электросеть, действующую по принципу P2P. Фотоэлектрические энергетические системы, установленные на крышах пяти зданий, участвующих в местном проекте, преобразуют солнечную энергию в электроэнергию. Все объемы электроэнергии, которые не используются непосредственно самими зданиями, продаются пяти соседним домохозяйствам. Все здания объединены в традиционную электросеть, а управление транзакциями и хранение данных о них осуществляется с использованием децентрализованной блокчейн-системы.

Эта модель демонстрирует, как может выглядеть будущая распределенная электросеть, автономно управляемая местным сообществом.

Для реализации проекта требуется одновременно применение технологии «умных счетчиков» и программного обеспечения «блокчейн» с интегрированным функционалом «умные контракты»: «умные счетчики» необходимы для регистрации количества произведенной электроэнергии, программное обеспечение «блокчейн» требуется для осуществления транзакций с соседями, а «умные контракты» нужны для проведения и отражения этих транзакций в автоматическом и защищенном режиме.

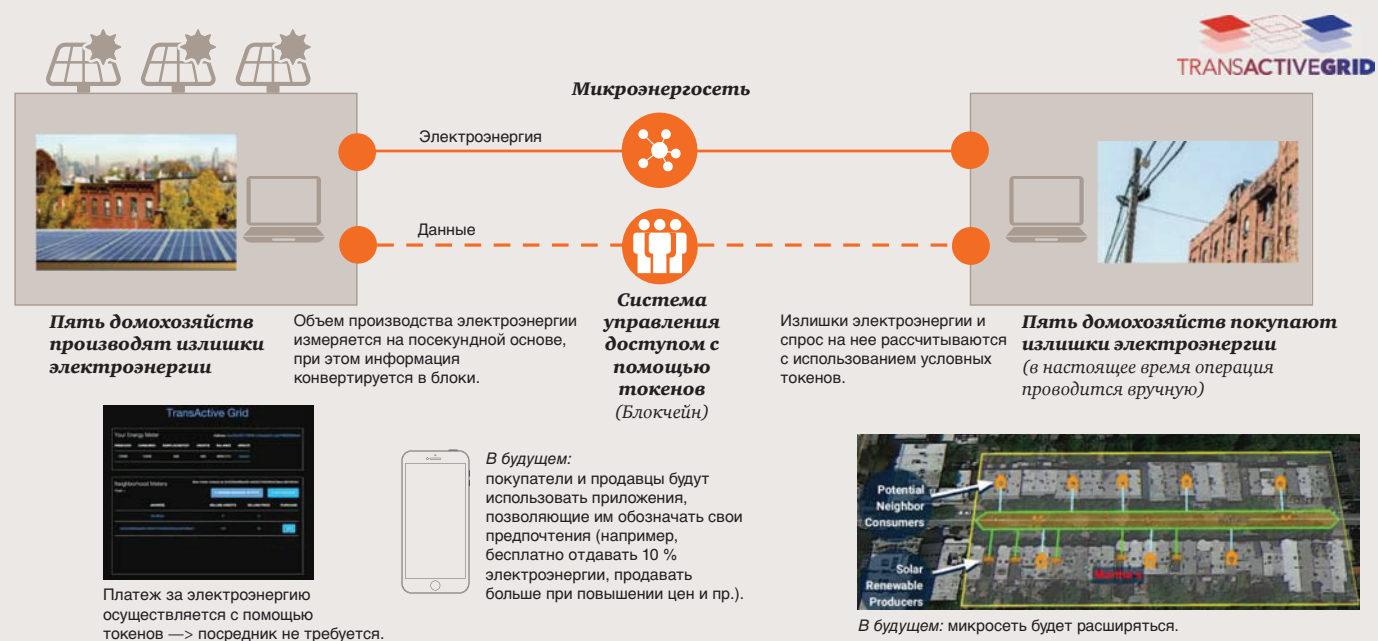
Транзакции, проведенные в рамках пилотного проекта, выполнены вручную. Планируется, что в будущем систему можно будет контролировать посредством приложения, которое может быть использовано для установления определенных параметров, например по какой цене будет приобретаться электроэнергия у соседей. Затем все транзакции должны быть выполнены в автоматическом режиме в соответствии с заранее оговоренными правилами.

Одна из целей проекта – создание рынка для продуктов возобновляемой энергетики в рамках местного сообщества. Таким образом можно будет проверить, действительно ли потребители используют возможность проведения операций купли-продажи электроэнергии между собой.

Благодаря этой новой технологии, со временем на рынке может сложиться ситуация, когда один человек с единственной солнечной панелью сможет стать участником рынка конечных пользователей. Это открывает новые возможности для производителей, являющихся одновременно и потребителями: такие возможности позволят им уже не просто отдавать излишки своей электроэнергии в электросеть за фиксированную плату, но и продавать их в индивидуальном порядке.

Планируется, что в будущем проектом будет управлять кооперативная общественная организация, причем акционерами компании станут местные жители. Эти планы предусматривают, что все активы по производству электроэнергии из возобновляемых источников энергии будут находиться в собственности местного сообщества, члены которого будут коллективно решать, на какие цели направить полученную выручку. Это позволит людям стать собственниками части солнечной панели, например в городах, где не у каждого жителя есть доступ к крыше. В настоящее время свыше 130 владельцев и арендаторов домов уже зарегистрировались для участия в проекте либо как производитель и одновременно потребитель электроэнергии, либо как ее потребитель. Однако до того момента, когда эта значительная часть участников присоединится к проекту, пройдет еще некоторое время, так как сначала необходимо продвинуться вперед в деле дальнейшей разработки технологии.

Рис. 14. Бруклинский проект



Стороны могут решать в индивидуальном порядке, с кем им заключить договор, и транзакции осуществляются незамедлительно.

### Компания Vattenfall: Powerpeers

[www.powerpeers.nl](http://www.powerpeers.nl)

В июне 2016 года в Нидерландах компания Vattenfall объявила о запуске стартапа Powerpeers. Согласно информации компании Vattenfall, многие клиенты стремятся к более активному участию в процессе производства электроэнергии и хотят иметь больше контроля над способами производства электроэнергии, которую они потребляют. Как и в предыдущем примере, стратегическая задача компании-стартапа строится вокруг идеи обмена электроэнергией в рамках сети равноправных участников (P2P). Клиенты Powerpeers могут предлагать произведенную ими собственную электроэнергию другим участникам и осуществлять обмен электроэнергией. Участники, которые потребляют электроэнергию, могут также выбирать, у кого они будут закупать электроэнергию, например у членов семьи, друзей или соседей, а также у определенных поставщиков электроэнергии, произведенной с использованием энергии ветра, солнца или воды. При этом в режиме онлайн можно посмотреть, какие объемы электроэнергии могут быть обеспечены каждым выбранным поставщиком.

Для реализации проекта технология блокчейна не требуется. В нем, скорее, делается акцент на идее обмена самостоятельно произведенной электроэнергией с другими участниками сети P2P. В рамках проекта было протестировано использование блокчейна в качестве среды для записи данных, однако действующая в настоящее время платежная система не использует эту технологию, а работает как традиционная система и принимает платежи в евро.

### Компании RWE и Slock.it: BlockCharge

[www.slock.it](http://www.slock.it)

Немецкая компания-стартап Slock.it, использующая технологию «эфирium», и компания RWE запустили два проекта, в рамках которых они работают над упрощением системы подзарядки электромобилей (см. раздел 2.5). Суть первого проекта заключается в изучении вопроса о том, как система на базе технологии блокчейна с интегрированной функцией «умные контракты» может быть использована для подзарядки электромобилей. Для целей проекта на основе технологии «блокчейн» может быть создана единая, простая и безопасная платежная система. Согласно концепции проекта, электромобили будут взаимодействовать со станциями подзарядки в автоматическом режиме, обеспечивая управление процессом выставления счетов за электроэнергию, полученную за время подзарядки. Как полагают партнеры по проекту, в конечном итоге в каждом автомобиле будет вмонтирован чип с криптовалютой, что позволит автомобилю самостоятельно управлять процессом оплаты потребленной электроэнергии<sup>7</sup>. В настоящее время компания Slock.it и RWE работают над созданием прототипа, который пройдет испытания на более поздних этапах проекта.

В центре внимания второго проекта, разрабатываемого в настоящее время компаниями RWE и Slock.it, – Blockcharge – обеспечение возможности подзарядки электромобилей с использованием «умной» штепсельной вилки, то есть вилки, которая приводится в действие программным приложением. «Умные» штепсельные вилки Blockcharge можно будет не только получить на станциях подзарядки, но и установить в любой точке, где имеется инфраструктура энергоснабжения. Потребители могут контролировать работу «умной» штепсельной вилки через программное приложение, поэтому участие третьей стороны в качестве посредника не требуется. Каждый сеанс подзарядки будет визуально отображаться в приложении, что позволит потребителю отслеживать процесс и управлять им. Управление всеми транзакциями будет осуществляться с использованием системы, работающей на основе технологии «блокчейн»: все данные, касающиеся зарядки и транзакций, будут храниться в цепочке блоков. Цель проекта заключается в разработке платежной системы, исключающей использование контрактов и не требующей участия сторонних посредников.

### Компания Oneup: POWR

[www.oneup.company](http://www.oneup.company)

Голландская компания-стартап Oneup (бывшая BigDataCompany) разработала аналогичный прототип децентрализованной системы энергетических транзакций и энергоснабжения и протестировала ее с использованием данных о потреблении электроэнергии десятью домохозяйствами. Как и в проекте «Бруклинская микросеть», домашние хозяйства, расположенные по соседству, производят электроэнергию с помощью солнечных батарей на объектах малой распределенной энергетики. Все объемы электроэнергии, не потребленные непосредственно самим домашним хозяйством, поставляются соседям, и счета на эти объемы выставляются с использованием блокчейн-системы.

Все операции проводятся на основе «умных контрактов». У каждого здания имеется «умный счетчик», подключенный к мини-компьютеру Raspberry Pi, который в свою очередь подключен к сети. Raspberry Pi сконфигурирован с «умным контрактом», который в режиме реального времени проверяет, выполняются ли условия контракта, и подает системе сигнал о том, может ли домашнее хозяйство предоставить какой-то объем электроэнергии или же ему самому требуется электроэнергия. Программное обеспечение автоматически инициирует передачу электроэнергии и соответствующие платежи, используя при этом собственную криптовалюту.

### LO3 Energy: Exergy

[www.projectexergy.com](http://www.projectexergy.com)

В рамках исследовательского проекта Exergy, разработанного американской компанией LO3 Energy, изучается вопрос о возможности отопления домов с помощью тепловой энергии, генерируемой центрами обработки данных. Тепловая энергия, генерируемая при проведении компьютерной обработки и использовании других электроприборов, подлежит аккумуляции и хранению с применением технического модуля с целью ее вторичного потребления для других целей. Концепция строится на идее эксплуатации системы хранения тепловой энергии совместно с интерфейсом, позволяющим обеспечить прямую поставку тепловой энергии в действующие системы отопления домов. Поддержка осуществляется с помощью блокчейн-системы, которая позволяет участникам приобретать (хранить) тепловую энергию посредством системы, защищенной криптографическими средствами<sup>8</sup>.

7 <https://Bitcoinblog.de/2016/02/26/rwe-und-slock-it-wollen-ethereum-fuer-elektroautos-nutzen/>

8 <http://lo3energy.com/projects/> <http://lo3energy.com/projects/>

## Прочие приложения на основе технологии блокчейна, разрабатываемые компаниями-стартапами

<b>Криптовалюты</b>	<p>Проект SolarChange был создан для финансового поощрения производителей электроэнергии из солнечной энергии с использованием блокчейна. За каждый мегаватт поступившей в сеть электроэнергии, произведенной из солнечной энергии, производитель получает одну монету SolarCoin («солнечную монету»), которую он может хранить в своем кошельке SolarCoin или конвертировать в биткойны<sup>9</sup>. Проект был запущен компанией SolarCoin, которая разработала свою собственную криптовалюту (по аналогии с биткойном) для целей продажи электроэнергии, произведенной из солнечной энергии</p> <p><a href="http://www.solarchange.co/">www.solarchange.co/</a> <a href="http://solarcoin.org">http://solarcoin.org</a></p>
<b>Предоставление займов участникам сети равноправных участников (сети P2P)</b>	<p>Компания Sun Exchange предлагает инвесторам возможность финансировать небольшие проекты в солнечной энергетике и получать ежемесячный доход, размер которого пропорционален их инвестициям.</p> <p><a href="http://www.thesunexchange.com/">www.thesunexchange.com/</a></p>
<b>Децентрализованная система энергетических транзакций и энергоснабжения</b>	<p>Австрийская компания GridSingularity разрабатывает платформу на основе блокчейна, которая предназначена для организации взаимодействия производителей электроэнергии, операторов электросети, органов регулирования и потребителей. В частности, стратегическая задача проекта – создание платформы на базе цифрового приложения для энергетического сектора (Dapp), которая будет охватывать все звенья цепочки поставок.</p> <p><a href="http://www.gridsingularity.com">www.gridsingularity.com</a></p>
<b>Децентрализованная система энергетических транзакций и энергоснабжения, поставки электроэнергии, произведенной из энергии солнца, в развивающиеся страны</b>	<p>Компания MPAYG из Дании также работает над тем, чтобы максимально выгодно использовать технологию «блокчейн», с тем чтобы помочь потребителям в развивающихся странах получить преимущества от производства электроэнергии на объектах малой распределенной энергетики.</p> <p><a href="http://www.mpayg.com">www.mpayg.com</a></p> <p>В рамках проекта Bankymoon, реализуемого в ЮАР, была разработана система выставления счетов в биткойнах для «умных счетчиков». Система работает в связке с платформой краудфандинга Usizo. Доноры могут использовать платформу краудфандинга для безвозмездной передачи биткойнов школам, у которых имеются «умные счетчики», чтобы обеспечивать прямые поставки электроэнергии в выбранную ими школу.</p> <p><a href="http://www.bankymoon.co.za">www.bankymoon.co.za</a></p>
<b>Интеллектуальные устройства</b>	<p>В области интеллектуальных устройств компания Slock.it не только работает совместно с компанией RWE, но и сотрудничает с компаниями Samsung и Canonical. В рамках серии ARTIK компания Samsung предлагает ряд интеллектуальных приложений в области решений для «умного дома», личного мониторинга, «умных городов» и автомобильной отрасли. Компания Canonical предлагает для данных сфер применения приложения на базе своей платформе Ubuntu Core, которые могут быть использованы для контроля над этими интеллектуальными устройствами. Технология «блокчейн», применяемая компанией Slock.it, предназначена для повышения уровня безопасности данных приложений.</p> <p><a href="http://www.artik.io">www.artik.io</a> <a href="http://www.insights.ubuntu.com">www.insights.ubuntu.com</a> <a href="http://www.slock.it">www.slock.it</a></p>
<b>Сертификаты на электроэнергию, производимую из солнечной энергии</b>	<p>После внедрения своей платформы, LINQ, фондовая биржа Nasdaq представила новый сервис аутентификации, который предлагает возможность получения сертификатов на электроэнергию, производимую из солнечной энергии, через систему «блокчейн». Новый сервис работает путем присоединения солнечных панелей к IoT-устройству (IoT – «Интернет вещей»), с помощью которого измеряется мощность произведенной и поступившей в электросеть электроэнергии. Сертификаты, подтверждающие рост объема выработанной солнечной электроэнергии, можно покупать и продавать на анонимной основе с использованием платформы LINQ, разработанной и внедренной фондовой биржей Nasdaq. В мае 2016 года солнечная электроэнергия, произведенная на Среднем Западе, была показана в Нью-Йорке как блок данных.</p> <p><a href="http://www.ir.nasdaq.com/releasedetail.cfm?releaseid=948326">www.ir.nasdaq.com/releasedetail.cfm?releaseid=948326</a></p>

### 3.3. Оценка текущих передовых проектов на основе технологии «блокчейн» и дальнейшие перспективы таких проектов в электроэнергетике

На данный момент (июнь 2016 года) разработка всех приложений на основе технологии «блокчейн» в электроэнергетике все еще находится на стадии формирования концепции или создания прототипа. Это касается как технологии, лежащей в основе данных приложений, так и возможных вариантов их использования потребителями. Тем не менее технический потенциал приложений на основе технологии «блокчейн» совершенно очевиден уже сегодня: в частности, децентрализованная система электроснабжения, а также проведения и отражения транзакций – это реальная перспектива, поэтому потенциал технологии блокчейна в электроэнергетическом секторе является многообещающим.

#### Оценка зрелости технологии по сравнению с альтернативными решениями

Ключевым преимуществом технологии «блокчейн», по мнению экспертов, является ее децентрализованная структура, предназначенная для осуществления транзакций и хранения данных. Благодаря тому что данные хранятся сразу в нескольких местах, нарушить целостность информации намного труднее, при этом получить данные можно везде.

Однако большинство экспертов также считают, что имеются альтернативные решения, способные обеспечить функционирование децентрализованной системы электроснабжения. Тенденция «возврата» к децентрализованным формам электроснабжения, таким как самостоятельное производство электроэнергии потребителем или распределенная выработка электроэнергии из возобновляемых источников энергии, уже поддерживается в Германии в рамках перехода страны к устойчивой энергосистеме (так называемый переход к надежному энергоснабжению в будущем). Технология «блокчейн» не является обязательным условием, необходимым для функционирования такой децентрализованной модели и связанных с ней потоков данных и транзакций. И транзакции, и потоки данных с таким же успехом можно отражать в традиционных базах данных: это мнение разделяют большинство экспертов, с которыми мы провели интервью.

По крайней мере, судя по тому, как сегодня обстоят дела с разработкой, эти приложения будут работать быстрее и при более низких затратах, причем их преимущество заключается в том, что они в основном действуют уже сегодня. Хотя процессы передачи и хранения данных, основанные на технологии блокчейна, как таковые могут быть в настоящее время обеспечены при минимальных издержках, процесс верификации требует очень высоких затрат на аппаратное обеспечение и на электроэнергию. В некоторых открытых цепочках блоков совокупные расходы на электроэнергию достигли невероятных уровней из-за большого количества децентрализованных процессов верификации транзакций, выполняемых одновременно. Вместе с тем следует упомянуть, что новые приложения смогли достичь существенного прогресса в этой области.

Ответ на вопрос о том, будет ли технология «блокчейн» более удобным инструментом для электроэнергетического сектора, чем обычные базы данных и традиционные решения, тоже будет зависеть от технологического прогресса. Ключевыми аспектами здесь являются состояние технической инфраструктуры, безопасность хранения данных и масштабируемость технологии. Для внедрения децентрализованной системы энергетических транзакций и энергоснабжения потребуются наличие технической инфраструктуры, включая, например, установку «умных счетчиков» для всех потребителей.

Безопасность хранения данных должна быть гарантирована за счет обеспечения защиты всего программного обеспечения от постороннего вмешательства и хакерских атак. Кроме того, необходимо создать своего рода алгоритм для урегулирования инцидентов, подобных ситуации с фондом «The DAO» (раздел 2). Нужно, чтобы технология позволяла крупномасштабное развертывание, а вычислительные процессы были достаточно быстрыми для того, чтобы обеспечивать поставки электроэнергии и осуществлять транзакции в режиме реального времени и без задержки. В следующих разделах мы обсудим эти обязательные условия и их влияние на разработку приложений, работающих на основе технологии «блокчейн», в электроэнергетике.

Учитывая текущий уровень развития технологии и прогресс, достигнутый к моменту запуска первого приложения на основе технологии блокчейна, пожалуй, можно с уверенностью предположить, что будут найдены решения для вопросов, которые в настоящее время остаются открытыми. По мнению экспертов, имеется конкретное требование, которое заключается в том, что уровень осведомленности людей о возможностях, предоставляемых блокчейн-приложениями, должен повышаться по мере развития технологии блокчейна. Критики считают, что развитие технологии идет более быстрыми темпами, чем повышается уровень понимания обществом того, как использовать ее с должной ответственностью.

#### Приложения и их использование потребителями

Будет ли повышаться уровень осведомленности о технологии среди пользователей, будет зависеть еще и от наличия конкретных удобных приложений для потребителей. В настоящее время блокчейн развивается исключительно за счет технологии. Отсутствуют удобные приложения для потребителей, которые хотят принимать активное участие в осуществлении контроля за электроснабжением и управлении им, как нет и автоматизированных программных решений для потребителей, которые не хотят активно контролировать электроснабжение. Первой группе конечных пользователей требуются удобные приложения, использование которых не вызывало бы у них трудности. У этих приложений должен быть дружелюбный интерфейс, они должны быть простыми в использовании и эффективными. Пока такие приложения еще не появились, хотя отдельные компании и стартапы работают над разработкой подобных решений. Потребителям, которые не хотят активно управлять электроснабжением, например потому, что у них нет смартфона или они не хотят тратить на это свое время, нужны автоматизированные программные решения. Технология «блокчейн» добьется успеха в электроэнергетическом секторе только в том случае, если такие приложения будут разработаны и получат широкое применение. В противном случае только небольшая группа потребителей будет использовать блокчейн-приложения в рамках ограниченного числа децентрализованных сетей, а на большинство потребителей это не окажет никакого влияния.



## 4. Обзор законодательства в области электроэнергетики: действующая нормативно-правовая база для применения технологии «блокчейн» в рамках операций с участием потребителей и потребителей, одновременно являющихся производителями, а также правовые вопросы, которые могут возникнуть в связи с применением блокчейна в будущем

*Закон Германии об энергетике содержит положения в отношении договоров об энергоснабжении, которые призваны сбалансировать защиту прав потребителей и интересы поставщиков электроэнергии.*

Основа некоторых правовых принципов, относящихся к этой сфере, заложена в общем гражданском праве, а главное – в положениях Гражданского кодекса Германии и в правоприменительной практике, сформировавшейся по этим вопросам. При реализации проектов, использующих технологию блокчейна, необходимо учитывать эту нормативно-правовую базу и ряд других законов и установленных требований. Законодательство в области защиты прав потребителей и защиты данных носит комплексный характер, и его необходимо принимать во внимание при реализации каждого блокчейн-проекта.

За исключением специально отмеченных случаев, далее мы будем проводить оценку моделей, основанных на технологии «блокчейн», с точки зрения правовых (раздел 4) и нормативных (раздел 5) аспектов, рассматривая технологию блокчейна в контексте ее главного приложения, то есть создания «децентрализованной системы энергетических транзакций и энергоснабжения» (раздел 3, стр. 17 и далее). В центре нашего внимания – рынок электроэнергии.

### 4.1. Европейское законодательство в области электроэнергетики

Начиная с 1998 года Европа проводит политику формирования конкурентного внутреннего рынка электроэнергии и газа. Для этой цели было принято несколько директив, каждая из которых нашла отражение в законодательстве отдельных стран ЕС. Самая последняя законодательная инициатива – так называемый Третий энергетический пакет. Одна из целей Третьего энергетического пакета заключается в разграничении деятельности по эксплуатации сетей передачи электроэнергии и деятельности по производству и (или) купле-продаже электроэнергии. Эта цель достигается либо за счет соответствующего разделения прав собственности, либо в результате создания так называемых независимых системных операторов (ISO) или независимых операторов систем передачи (ИТО).

Еще одна цель, заложенная в положениях Третьего энергетического пакета, заключается в укреплении механизмов защиты прав потребителей, в том числе их права сменить своего поставщика газа или электроэнергии без взимания с потребителя какой-либо дополнительной платы и в период, не превышающий трех недель.

Кроме того, в ЕС поставлена задача добиться того, чтобы к 2020 году не менее чем у 80 % потребителей были установлены «умные счетчики». Законодательство ЕС также предусматривает наличие у потребителей всеобщего права на обеспечение электроэнергией, при этом должны быть приняты правовые нормы для защиты прав «уязвимых потребителей», то есть потребителей, у которых нет финансовой возможности оплачивать потребляемую ими электроэнергию.

Характерное отличие, присущее всем моделям на основе блокчейна, заключается в том, что в них контроль над данными передается потребителю. Цепочки блоков и «умные контракты», реализованные на их основе, могут позволить потребителям самостоятельно управлять контрактами на поставку им электроэнергии, а также данными о потреблении электроэнергии. Следовательно, эти данные будут в основном контролироваться потребителем. Благодаря тому что данные оператора сети (регулируемая деятельность) и данные поставщика (конкурентная деятельность) разделяются непосредственно на уровне потребителя, технология блокчейна способна стать эффективной мерой, которая позволит реализовать требования о разделении деятельности по эксплуатации сетей передачи электроэнергии и деятельности по производству и (или) купле-продаже электроэнергии, а это в свою очередь может привести к ужесточению конкуренции и установлению более приемлемых для конечных потребителей цен.

#### 4.2. Применимые внутренние законы и подзаконные акты

Если договоры заключаются с использованием блокчейн-приложений, то применяются принципы гражданского права, регулирующие заключение договоров, как указано в разделе 145 Гражданского кодекса Германии (Bürgerliches Gesetzbuch, BGB), и правила, регулирующие обязательства по договорам, как указано в разделе 241 и последующих разделах Гражданского кодекса Германии.

Кроме того, к договорам, относящимся к операциям в энергетическом секторе, применяются дополнительные требования законодательства, которые также необходимо принимать во внимание. Появилась отдельная область законодательства, касающаяся договоров о поставке электроэнергии. В ее основе лежат принципы общего гражданского права, и в настоящее время она определяется преимущественно законодательством ЕС. Эти положения, относящиеся непосредственно к энергетике, отражены в Законе Германии об энергетике (Energiewirtschaftsgesetz, EnWG). Данный закон направлен на обеспечение такого энергоснабжения потребителей, которое было бы надежным, доступным по цене, ориентированным на потребителя, эффективным и экологически безопасным. Поддержание действенной конкуренции в сфере энергоснабжения (электро- и газоснабжения) и создание эффективной, надежной и перспективной системы энергоснабжения – таковы важные цели, заложенные в действующей сегодня нормативно-правовой базе. В целом электроэнергетическое законодательство конкретной страны ЕС должно продвигать внедрение законодательных требований ЕС (см. раздел 1 Закона об энергетике).

Цель всех этих положений – уравновесить интересы пользователей и защиту их прав, с одной стороны, и интересы производителей и поставщиков электроэнергии, с другой стороны. С основополагающими положениями в этой области, которая в основном регулируется статутным правом, можно ознакомиться в разделах 36–42 Закона об энергетике.

Например, положения, приведенные в разделе 41 Закона об энергетике, могут служить отправной точкой при составлении будущих договоров об энергоснабжении с использованием приложений на базе технологии «блокчейн». В разделе 41 указаны минимальные требования к форме и содержанию договоров об энергоснабжении, заключаемых с потребителями, которые обслуживаются по специальным тарифам (к ним также относятся рядовые бытовые потребители, если они получают услуги по энергоснабжению не от гарантирующих поставщиков или по тарифам, на которые не распространяются предусмотренные законом правила для договоров о базовом энергоснабжении или гарантированном энергоснабжении):

«(1) Договоры об энергоснабжении бытовых потребителей, кроме договоров об энергоснабжении по базовому обязательному энергоснабжению, должны быть составлены в четкой и понятной форме. Все эти договоры должны включать как минимум положения в отношении следующих аспектов:

- 1) срок действия договора, колебания цен, сроки прекращения действия договора и период уведомления о прекращении, а также право потребителя на расторжение договора;
- 2) детали энергоснабжения и оказываемые услуги, включая информацию обо всех предлагаемых услугах техобслуживания;
- 3) возможные способы оплаты;
- 4) обязательства сторон и обязанность по возмещению убытков или ущерба в случае расторжения договора;
- 5) смена поставщика, причем возможность сменить поставщика предоставляется без взимания дополнительной платы, и любая смена поставщика осуществляется своевременно;
- 6) порядок получения потребителем актуальной информации о применимых тарифах и коммунальных платежах;

- 7) информация об имеющихся у бытовых потребителей правах в рамках процедур разрешения споров в случае возникновения таковых, включая информацию о согласительной комиссии, которая создается в случае претензий потребителей в соответствии с разделом 111b, с указанием ее адреса и официального веб-сайта, а также информацию об обязанности поставщика принять участие в любой согласительной процедуре и контактную информацию службы для потребителей, созданной Федеральным агентством сетей Германии для решения вопросов электро- и газоснабжения».

Кроме того, требуется соблюдение особых правил в отношении счетов за потребленную энергию (будь то за электро- или газоснабжение), выставляемых конечным потребителям. Основные принципы установлены в разделах 40 и 42 Закона об энергетике, а более подробная информация представлена в нормативно-правовых актах, принятых в отношении электроснабжения, и нормативно-правовых актах, принятых в отношении газоснабжения соответственно. Это обязательные требования, которые необходимо принимать во внимание при разработке блокчейн-проектов, при условии что действующая нормативно-правовая база не подвергнется изменениям.

При внедрении приложений на базе технологии блокчейна, в дополнение к Закону об энергетике, необходимо учитывать (или соответствующим образом адаптировать к своему проекту) требования различных нормативных актов:

- В принятых в Германии нормативных актах в отношении доступа третьих лиц (Stromnetzzugangsverordnung, StromNZV) установлены общие положения, регулирующие доступ к электрической сети общего пользования. Все программные приложения для потребителей, являющихся одновременно и производителями, должны соответствовать общим правилам, регулирующим применение сетей общего пользования.
- В принятых в Германии нормативных актах в части тарифов на электроэнергию (Stromnetzentgeltverordnung, StromNEV) содержатся правила в отношении тарифов, в соответствии с которыми операторы сетей могут выставлять счета третьим сторонам за предоставление доступа к электроэнергетическим сетям, а также для установления тарифов на использование электросетей для целей поставки электроэнергии потребителям. Эти нормативные акты применимы и ко всем блокчейн-приложениям, использующим сети общего назначения.
- Кроме того, у определенных поставщиков имеется законодательно закрепленное обязательство обеспечивать как минимум так называемое базовое электро- или газоснабжение бытовых потребителей. Подробная информация о таком базовом снабжении представлена в нормативно-правовых актах, принятых в отношении электроснабжения (Stromgrundversorgungsverordnung, StromGKV), и в нормативно-правовых актах, касающихся газоснабжения (Gasgrundversorgungsverordnung, GasGKV). В соответствии с этими нормативно-правовыми актами, самый крупный поставщик энергоресурсов в конкретной местности («гарантирующий поставщик») обязан также обеспечивать энергоснабжение для потребителей, которые не заключили договор об энергоснабжении с каким-либо другим поставщиком. В тех случаях, когда применяются предусмотренные законом правила в отношении договоров о базовом энергоснабжении, поставщик обязан заключить договор с соответствующим потребителем, то есть у поставщика есть обязательство поставлять потребителю энергию по установленным ценам.
- Когда договоры будут заключаться с использованием блокчейн-приложений, потребуются высокий уровень стандартизации. Следовательно, можно предположить, что правила, контролирурующие стандартные условия

ведения бизнеса в соответствии с Гражданским кодексом Германии (раздел 305 и последующие разделы), приобретут еще большую значимость, чем сегодня.

- Требования по защите данных (например, положения, установленные в Федеральном законе Германии о защите данных [Bundesdatenschutzgesetz, BDSG]).
- Внедрение технологии «блокчейн» оказывает особенно существенное влияние на операторов систем передачи показаний приборов учета (счетчиков). В отличие от других европейских стран, Германия либерализовала деятельность операторов систем передачи показаний счетчиков. Правовые принципы, регулирующие этот вид деятельности, определены в принятых в Германии нормативных актах в отношении деятельности операторов систем передачи показаний счетчиков и учета энергопотребления (Messzugangsverordnung, MessZV).

В нормативных актах устанавливаются требования и правила в отношении эксплуатации счетчиков и учета энергопотребления. В рамках действующей нормативно-правовой базы правом выбирать независимого поставщика услуг по измерению объемов потребления энергии обладает не сторона, которая является владельцем точки подключения («владелец подключенного объекта», то есть собственник жилого помещения), а сторона, которая является пользователем точки подключения («пользователь подключенного объекта», то есть арендатор). В тех случаях, когда назначается оператор системы передачи показаний счетчиков, он отвечает за передачу всех данных соответствующему оператору сети в установленные сроки, а оператор сети затем направляет все данные соответствующим участникам рынка для целей выставления счетов. В соответствии с нормативными актами в отношении деятельности операторов систем передачи показаний счетчиков и учета энергопотребления, данные операторы обязаны заключить договор с соответствующим оператором сети, в котором должен быть описан необходимый процесс замены счетчика (например, сроки, запуск в эксплуатацию и пр.), требования, которым должен соответствовать оператор системы передачи показаний счетчиков (например, регистрация в соответствующем территориальном Управлении измерительных приборов), а также технические требования к используемому измерительному оборудованию

Следует ожидать, что внедрение блокчейн-приложений фундаментальным образом изменит роль, которую играют на рынке операторы систем передачи показаний счетчиков, поскольку от них уже не будет требоваться выполнение указанных выше задач по сбору и передаче данных. Производители и потребители энергоресурсов будут обмениваться всей

необходимой информацией напрямую.

Однако ключевое необходимое условие применения блокчейн-моделей, функционал которых не сводится исключительно к осуществлению виртуальных транзакций (в отличие, например, от платежной системы «Биткойн»), заключается в том, что базовые физические показатели (например, показания счетчика в отношении потребленной электроэнергии) должны предоставляться таким образом, чтобы они были защищены от постороннего вмешательства. Поэтому такие виды работ, выполняемых операторами систем передачи показаний счетчиков, как сертификация, подтверждение и регулярная проверка используемых измерительных приборов, станут функциями первостепенной важности. Необходимо будет добиться того, чтобы все данные измерений были отражены и аккумулированы в соответствии с требованиями Закона Германии об учете и проверке правильности показаний измерительных приборов (Mess- und Eichgesetz). Внедрение блокчейн-приложений не может не привести к дальнейшему ужесточению требований безопасности, предъявляемых к счетчикам и системе передачи данных.

В контексте блокчейн-приложений, относящихся к сфере электромобильности, важно также упомянуть нормативные акты в отношении станций подзарядки (Ladesäulenverordnung, LSV). Эти нормативные документы были приняты согласно требованиям раздела 49(4) Закона об энергетике. Они формируют нормативную базу для расширения имеющейся в Германии инфраструктуры общего пользования, предназначенной для подзарядки электромобилей. В них представлены технические требования в отношении процедуры подключения электромобилей к точкам подзарядки, такие как выходная мощность (кВт) и разрешенные виды штепсельных вилок. Кроме того, дано определение пунктов подзарядки общего пользования в сравнении с частными пунктами подзарядки. В нормативных актах не содержится конкретных положений в отношении выполнения транзакций, поэтому в принципе они позволяют применять все возможные практические решения. В том, что касается технологии блокчейна, нормативные акты, регулирующие работу станций подзарядки, важны, поскольку они затрагивают потребителей, выступающих одновременно в роли производителей, которые могут эксплуатировать собственные системы солнечных батарей для производства и поставки электроэнергии для электромобилей. Другие бизнес-модели предусматривают использование цепочек блоков транзакций (блокчейнов) для целей выставления счетов за сеансы подзарядки (например, Blockcharge).

### **4.3. Законодательство в области электроэнергетики и защита прав потребителей**

В законодательстве Германии отсутствует единый закон о защите прав потребителей, регулирующий все правовые вопросы, связанные с потребителями. В разных законах содержатся положения, которые прямо или косвенно служат интересам защиты прав потребителей. Для защиты прав потребителей в настоящее время внедрено множество мер. В результате информационной асимметрии (то есть разной степени информированности участников рынка или сделки) пользователи обычно находятся в менее выгодном положении при совершении операций с производителями или продавцами товаров или услуг. Для устранения такого дисбаланса сил приняты законодательные меры по защите прав потребителей, однако поддержка обеспечивается еще и благодаря работе организаций по защите прав потребителей.

Цель всего комплекса мер, направленных на защиту прав потребителей, – обеспечить защиту потребителей в вопросах, касающихся экономики, цифровых технологий и здравоохранения. Меры экономической защиты потребителей в энергетическом секторе направлены, в частности, на то, чтобы обеспечить справедливое функционирование рынков, чтобы поставщики предлагали безопасные продукты и услуги, чтобы потребительская информация предоставлялась в рамках прозрачного процесса, а права потребителей неукоснительно соблюдались. Защита потребителей с точки зрения цифровых технологий предполагает защиту данных потребителя

#### **Экономическая защита прав потребителей за счет разделения деятельности по эксплуатации сетей передачи электроэнергии и деятельности по производству и (или) купле-продаже электроэнергии**

В рамках законодательства об энергетике разделение деятельности по эксплуатации сетей передачи электроэнергии и деятельности по производству и (или) купле-продаже электроэнергии представляет собой самый главный инструмент, используемый для повышения уровня конкуренции, а следовательно, предотвращения чрезмерного роста цен для потребителей. Регулятивные нормы в отношении разделения видов деятельности в электроэнергетике обязывают электроэнергетические компании разграничивать свою деятельность по передаче электроэнергии и сбытовую деятельность с целью обеспечения нейтральной позиции предприятия, выполняющего функции оператора сети, что также требуется в соответствии с Законом об энергетике.

Меры по разделению деятельности по эксплуатации сетей передачи электроэнергии и деятельности по производству и (или) купле-продаже электроэнергии, предусмотренные в Законе об энергетике, касаются разделения счетов, а также разделения информации и вопросов функционального и юридического характера. Такое разделение было введено как инструмент регулирования для того, чтобы гарантировать, что участники рынка осуществляют деятельность в одинаковых условиях. Если бы компании электроэнергетического сектора не только продавали электроэнергию, но и выступали в качестве операторов сетей электропередачи, они могли бы транспортировать свою электроэнергию по сети по более низким ценам или даже бесплатно. В результате их конкуренты оказались бы в невыгодном положении, поскольку крупные поставщики-монополисты владели бы более полной информацией об имеющихся мощностях или о смене поставщиков потребителями. Цель правил, направленных на разделение деятельности по эксплуатации сетей передачи электроэнергии и деятельности по производству и (или) купле-продаже электроэнергии, – предотвратить дискриминацию, перекрестное субсидирование и другие перекосы конкурентной среды и таким образом обеспечить равные условия ведения деятельности для всех участников рынка. Этой цели можно достичь за счет ослабления монопольной позиции вертикально интегрированных предприятий (то есть предприятий, работающих на всех этапах цепочки поставок, например на этапах производства, передачи электроэнергии, осуществления торговых операций с электроэнергией и распределения электроэнергии), что в свою очередь будет содействовать развитию конкуренции. В разделе 5 настоящей публикации представлено обсуждение изменений, которые могут произойти в результате использования технологии блокчейна, а также анализ проблем в области регулирования, которые могут возникнуть в части разделения деятельности по эксплуатации сетей передачи электроэнергии и деятельности по производству и (или) купле-продаже электроэнергии.

#### **Цифровая защита потребителей**

В Федеральном законе о защите данных содержатся положения, касающиеся обработки персональных данных, осуществляемой вручную с использованием информационных или коммуникационных систем. В положениях закона определены правила в отношении порядка обработки персональных данных физического лица, то есть информации, которая относится к персональным или фактическим обстоятельствам физического лица, например его номер телефона, адрес электронной почты, IP-адрес или табельный номер работника.

Ключевой принцип, который лежит в основе Закона, заключается в том, что все неавторизованные действия с данными запрещены. В соответствии с этим принципом обычно не разрешается сбор, обработка и использование персональных данных. Такие действия позволены лишь в тех случаях, когда в законодательстве имеется четко прописанное основание для их выполнения, то есть когда обработка персональных данных в определенных обстоятельствах разрешена законом, или же если затронутое лицо дало согласие на сбор, обработку и использование его данных.

Другие важные принципы включают в себя необходимость избегать использования данных или минимизировать их использование. Согласно данным принципам, все системы обработки данных должны быть разработаны таким образом, чтобы никакие или почти никакие персональные данные не использовались и чтобы информация в максимально возможной степени была обезличена или представлена в анонимной форме.

Начиная с 2018 года будет применяться еще и Общий регламент ЕС по защите данных (Регламент (ЕС) 2016/679). Данный регламент направлен на приведение в соответствие правил обработки персональных данных, принятых предприятиями частного сектора, и аналогичных правил, установленных в организациях государственного сектора, в рамках ЕС

В целом можно сказать, что для защиты прав потребителей и прав потребителей, являющихся одновременно и производителями, были приняты разнообразные меры, которые нашли отражение в нормативно-правовой базе ЕС и в законодательстве стран – членов Евросоюза. Что касается проектов практического применения блокчейна в энергетическом секторе, для которых в настоящее время разрабатываются прототипы на основе этой технологии, соответствующие ее современному состоянию, то защита прав потребителей и потребителей, являющихся одновременно и производителями, может быть гарантирована действующим законодательством. Вопрос о том, как и в каком объеме технология «блокчейн» влияет в правовом плане на потребителей и на производителей, выступающих одновременно в роли производителей, необходимо и далее анализировать и оценивать, поскольку технология развивается и появляются все новые решения для пользователей, основанные на применении блокчейна.

## 5. Вопросы нормативного характера, возникающие в связи с приложениями на базе технологии «блокчейн» в электроэнергетике

*Если на основе технологии «блокчейн» будет реализована децентрализованная транзакционная модель, это, вероятно, приведет к трансформации существующих сегодня рыночных функций, причем такие изменения найдут отражение в режиме регулирования. Все потребители электроэнергии должны будут сами управлять собственным энергетическим балансом. Операторам систем передачи показаний счетчиков уже не нужно будет собирать данные, поскольку данные по транзакциям будут автоматически записываться в цепочке блоков.*

### 5.1. Действующая нормативная база

В соответствии с действующими регулятивными нормами в отношении разделения деятельности по эксплуатации сетей передачи электроэнергии и деятельности по производству и (или) купле-продаже электроэнергии, электроэнергетические компании обязаны отделить свою деятельность по передаче электроэнергии по сети (регулируемый бизнес) от деятельности по электроснабжению потребителей (конкурентная деятельность). Потребители имеют право по своему усмотрению выбирать поставщика электроэнергии (или газоснабжающую организацию) на либерализованном рынке электроэнергии. Для того чтобы обеспечить потребителям возможность беспрепятственного перехода от одного поставщика к другому, было введено понятие так называемых балансирующих групп. Благодаря применению этого подхода появилась возможность без каких-либо трудностей приписать каждого потребителя к поставщику.

Еще одна важная область регулирования – это так называемый процесс взаиморасчетов, который осуществляется с целью сверки планового потребления электроэнергии с фактическим потреблением электроэнергии потребителями, которое зафиксировано их счетчиками. Разница между этими показателями получила название «балансирующая электроэнергия», а затраты, понесенные на ее производство, относятся на каждого поставщика электроэнергии в зависимости от причин ее возникновения.

Ключевым обязательным условием нормального функционирования режима регулирования является соблюдение принципа, согласно которому каждый потребитель учитывается в составе балансирующей группы: потребители четко приписываются к балансирующим группам, а их поставщики – к ответственным управляющим организациям балансирующих групп (это может быть одно и то же юридическое лицо, а могут быть и разные юридические лица).

Операторы систем передачи показаний счетчиков получают проверенные показания счетчиков, относящиеся к выставлению счетов за электроэнергию и плате за передачу электроэнергии, и передают их далее другим участникам процесса:

- соответствующему поставщику электроэнергии для целей выставления счетов;
- соответствующим операторам систем передачи электроэнергии для проведения взаиморасчетов и окончательного расчета. Оператор системы передачи электроэнергии собирает все данные по каждой балансирующей группе и обобщает их, чтобы определить, какие затраты на балансирующую энергию должны быть отнесены на балансирующую группу;
- соответствующему оператору распределительной сети;

- соответствующей управляющей организации балансирующей группы, которая в свою очередь выставляет счет на отнесенную на нее балансирующую энергию (генерирование затрат) поставщикам, используя свою балансирующую группу.

Сказанное выше ясно показывает, что простая поставка электроэнергии подразумевает сложные процессы расчетов в рамках всего электроэнергетического рынка и что соответствующие показания счетчиков нужны для разных целей.

Для нормального функционирования модели рынка каждый клиент должен быть четко отнесен к балансирующей группе. Управляющие балансирующими группами должны предоставить обеспечение, чтобы гарантировать, что все затраты, понесенные в отношении балансирующей энергии, будут возмещены.

**5.2. Изменение рыночных функций под влиянием модели рынка на основе использования блокчейна**

Существенное преимущество модели транзакций, основанной на технологии «блокчейн», состоит в том, что вся электроэнергия, поставляемая в электросети, может быть четко отнесена на счета конкретных потребителей в кратчайший промежуток времени (вплоть до нескольких минут). Это означает, что расчет за всю произведенную и потребленную электроэнергию может быть очень точно произведен по переменным ценам. Электричество будет по-прежнему поступать к конечному потребителю непосредственно от ближайшего производителя электроэнергии. База данных, претерпевшая существенное усовершенствование, позволит точно «настроить» операции в сети как на уровне распределения, так и на уровне передачи электроэнергии. Упрощенный процесс взаиморасчетов приведет к снижению объема балансирующей энергии, на который участникам рынка выставляются счета.

На приведенной ниже схеме показаны текущие рыночные функции и изменения, которые произойдут в системе, если она будет основана на технологии «блокчейн».

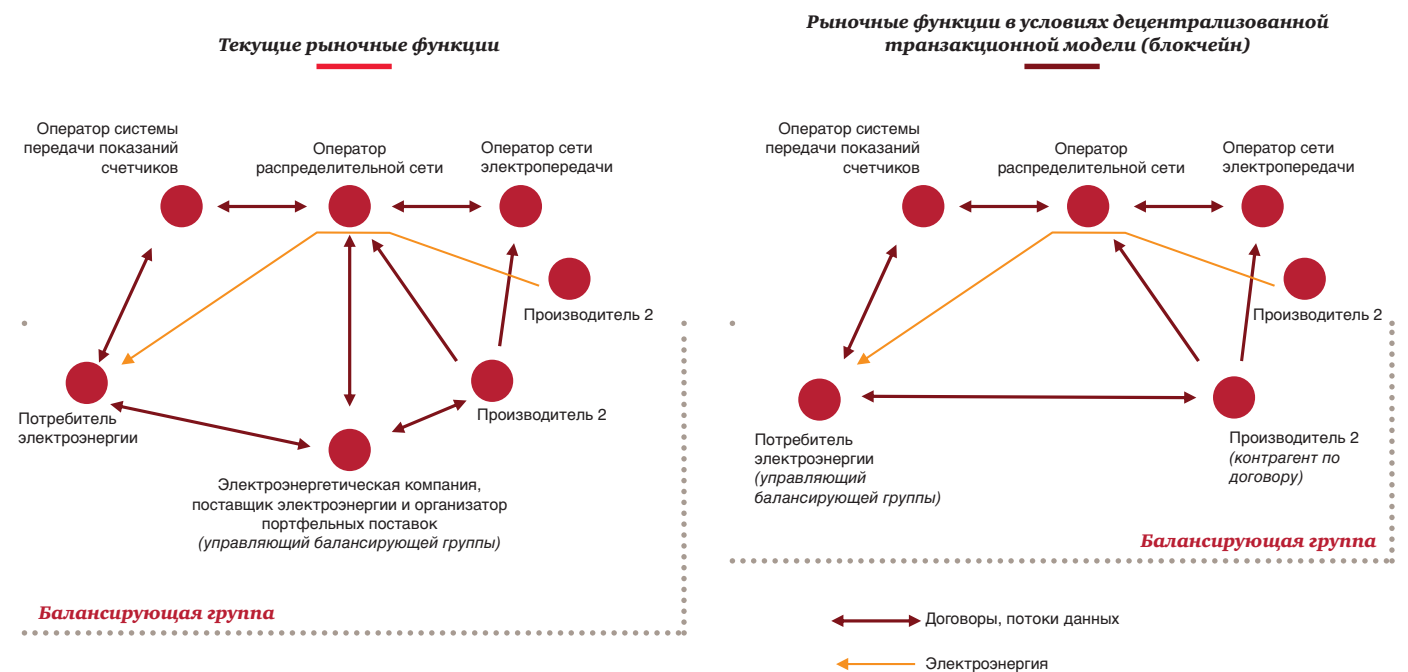
Технология «блокчейн» позволяет устанавливать прямые договорные отношения между потребителями и производителями электроэнергии. Как

потребители, так и производители электроэнергии смогут выступать одновременно в роли потребителей и производителей.

Это приведет к следующим изменениям:

- Всем потребителям электроэнергии придется стать управляющими балансирующей группы и соблюдать требования, предъявляемые к этой рыночной функции (обеспечение безопасности, управление рисками и пр.). Что примечательно, потребителям энергии придется самим делать прогнозы относительно будущего потребления и подавать их соответствующему оператору сети электропередачи. В электроэнергетическом секторе необходимо будет соблюдать требования, содержащиеся в документе «Правила рынка в отношении выставления счетов и производства расчетов в рамках балансирующей группы» (Markregeln für die Durchführung der Bilanzkreisabrechnung, или MaBiS); в случае газоснабжения таким документом является административный акт в отношении сбалансированных условий газоснабжения, подготовленный Федеральным агентством сетей Германии в декабре 2014 года (так называемое решение GaBi Gas 2.0).
  - Изменится функция, которую выполняют операторы систем передачи показаний счетчиков: им больше не придется самим собирать и отражать данные, так как обмен всей информацией о потреблении
- и транзакциях будет осуществляться автоматически и без ошибок посредством применения технологии блокчейна (через «умные контракты»). Транзакционные данные, необходимые для определения сетевых тарифов, будут предоставляться операторам систем передачи показаний счетчиков (а следовательно, и операторам сети) при помощи блокчейна. Поэтому ответственность операторов систем передачи показаний счетчиков может быть ограничена и будет сводиться к установке надежных и защищенных от постороннего вмешательства счетчиков
- Операторы распределительных сетей тоже будут получать из цепочки блоков транзакций информацию о транзакциях, которая им нужна для включения своих затрат в суммы выставляемых клиентам счетов.
  - При условии реализации децентрализованной модели транзакций в полном объеме, операторам сетей электропередачи больше не потребуются данные для производства взаиморасчетов, так как все транзакции будут выполняться в режиме реального времени и окончательный расчет будет производиться только исходя из фактического объема потребления.

Рис. 13. Карта ключевых игроков, делающих ставку на технологию «блокчейн» в электроэнергетическом секторе



Следует проанализировать и следующие области регулирования:

### **Регулирование финансового рынка**

В связи с тем, что финансовые операции все реже будут осуществляться при участии электроэнергетических компаний или банков и все чаще будут проводиться в рамках системы равноправных участников (P2P), встает вопрос о том, кто будет отвечать за обеспечение надлежащих расчетов по финансовым операциям (особенно платежам за выполнение обязательств, возникающих по договорам поставки).

С большой степенью вероятности нельзя будет возложить это обязательство непосредственно на потребителей энергии и даже на их поставщиков электроэнергии. Вместо этого потребуются действительно ответственная сторона, например оператор платформы, которая будет соответствовать требованиям, предъявляемым к поставщику финансовых услуг, а именно требованиям Закона о банковской деятельности Германии (Kreditwesengesetz), подавать заявку на получение разрешения от Федерального управления финансового надзора Германии (BAFIN) и обеспечивать соблюдение требований, содержащихся в нормативно-правовых документах REMIT и MIFID.

### **Регулирование коммерческой деятельности**

Необходимо прояснить, будет ли применение модели на основе технологии «блокчейн» означать, что все стороны, занимающиеся поставкой электроэнергии (в том числе, вероятно, и потребители электроэнергии), должны будут соблюдать требования Закона Германии о торговле, коммерции и промышленности (*Gewerbeordnung*).

### **Обязательства**

Понятно, что идеальная блокчейн-модель, предусматривающая систему, в которой полностью отсутствует единый орган, осуществляющий централизованное администрирование, не может быть реализована в обозримом будущем, поскольку для обеспечения надежной работы такой платформы потребуются наличие четких и прозрачных правил. Нужны будут правила для регулирования обязательств

участвующих сторон, например в случае неисполнения платежных обязательств, возникновения технических сбоев или инцидентов преднамеренного постороннего вмешательства.

В связи с тем, что деятельность по энергоснабжению обычно подразумевает использование объектов жизнеобеспечения населения, для определения процедур, которые необходимо выполнять в случае частичного или полного отказа системы, требуется четкий план действий на случай чрезвычайных ситуаций.

*«Существенное преимущество модели транзакций, основанной на технологии “блокчейн”, состоит в том, что вся электроэнергия, поставляемая в электросети, может быть четко отнесена на счета конкретных потребителей в кратчайший промежуток времени»*

### 5.3. Препятствия на пути внедрения приложений на базе блокчейна и вопросы, которые предстоит решить

Если речь идет о прямой поставке электроэнергии от ее производителя ее потребителю с последующим проведением финансовой операции между сторонами и все эти действия осуществляются на основе использования технологии «блокчейн», то возникают следующие вопросы.

- **Кто выполняет функцию оператора систем передачи показаний счетчиков?** В связи с тем, что стороной, забирающей электроэнергию из сети, является потребитель электроэнергии (см. рис. 16), он должен будет предоставлять показания своего счетчика своему оператору распределительной сети. Следовательно, потребитель должен будет зарегистрироваться в качестве оператора системы передачи показаний счетчиков. Альтернативным решением может стать сохранение функции оператора системы передачи показаний счетчиков в том виде, в каком она в настоящее время определена в разделе 21b Закона об энергетике.
- **Кто отвечает за представление графиков и прогнозов оператору сети электропередачи?** Операторы сетей электропередачи должны составлять прогнозы для всего рынка электроэнергии на каждый день. Они готовят такие прогнозы не позднее предыдущего дня на основе так называемых графиков (которые представляют им управляющие балансирующими группами). Таким образом, возникает еще и вопрос о том, кто должен подавать эти графики оператору сети электропередачи.

- **Кто является зарегистрированным поставщиком электроэнергии?** Сторона, поставляющая электроэнергию потребителю, в результате этой операции становится поставщиком электроэнергии. Для исполнения этой функции поставщику требуется лицензия, а также ИТ-интерфейсы для того, чтобы он мог предоставлять необходимые данные. Использование цепочек блоков еще не нашло отражения в действующих правилах рынка и процессах рыночной коммуникации, поэтому следует обращать на эти аспекты особое внимание. Но в любом случае поставщику электроэнергии придется подавать заявку на получение лицензии, в результате чего возникают значительные затраты (если только лицензия не была получена им ранее; для большинства потребителей, являющихся одновременно и производителями, такое требование отсутствует).
- **Кто выполняет функцию управляющего балансирующей группой?** С учетом того, что все потребители электроэнергии должны быть приписаны к балансирующей группе, при использовании блокчейн-модели потребуется создать отдельную балансирующую группу для каждого потребителя электроэнергии. Балансирующие группы в принципе могут быть реализованы даже на уровне клиента, но управление балансирующей группой может представлять собой значительную проблему как с финансовой, так и с организационной точки зрения.

Поэтому серьезным барьером, препятствующим внедрению моделей транзакций на базе технологии «блокчейн», является необходимость обеспечения их соответствия существующим сегодня нормативным требованиям. Таким образом, будут утеряны некоторые преимущества, которые можно получить от использования децентрализованной системы, основанной на отношениях равноправных участников.

Развертывание систем на основе технологии «блокчейн» окажет колоссальное влияние на конкуренцию на энергетическом рынке Германии. Возможно, **уменьшится число барьеров для выхода на рынок** небольших предприятий и предприятий местного значения, или же эти барьеры будет легче преодолеть, в связи с чем другим рыночным игрокам станет труднее помешать появлению новых участников рынка.

И наоборот, развертывание блокчейн-систем может также привести к укреплению антиконкурентных тенденций на электроэнергетическом рынке. Например, как было показано в разделе 2, один из возможных сценариев развития ситуации заключается в том, что давно работающие на рынке электроэнергетические компании разработают **закрытые цепочки блоков**, что позволит им не допустить участия небольших поставщиков в транзакционной модели, а следовательно, заблокировать возможность их выхода на рынок.

Еще одно препятствие для реализации блокчейн-приложений – сохраняющаяся в настоящее время **неопределенность относительно их правового признания**. Это связано с тем, что системам, работающим на основе технологии блокчейна, больше не нужен единый орган, осуществляющий централизованное администрирование, по крайней мере в тех случаях, когда они работают в строгом соответствии с принципами блокчейна. Корректирующий элемент в таких системах обеспечивается за счет действия принципа «пчелиного роя» (коллективного мнения). В основе сегодняшней законодательной системы, напротив, лежит принцип четкого распределения организационной и правовой ответственности.



#### 5.4. Потенциал использования блокчейна в свете соблюдения правил регулирования

В ходе нашего первоначального анализа вопросов регулирования, которые должны быть решены в связи с появлением блокчейн-приложений, были также выявлены области, в которых потенциально могут быть реализованы преимущества технологии:

- **Прямые транзакции и финансовые расчеты по принципу «клиент-клиент».** Клиенты могут взять на себя управление деятельностью по поставке электроэнергии. Это облегчит местным сообществам решение задач финансирования энергоактивов, региональных энергетических пулов и обеспечения энергетической самообеспеченности региона. Новая технология могла бы помочь реализовать все это более эффективным способом, обеспечивая при этом записи, которые можно проверить. Уже сегодня граждане могут участвовать в проектах в сфере электроэнергетики, но для этого все еще требуется участие многих других действующих лиц, например банков и электроэнергетических компаний. Технология «блокчейн» позволит им реализовать такие концепции, как «От вашего региона – вашему региону», которые они смогут воплотить в жизнь по собственной инициативе и на собственных условиях.

- **Верификация и сертификация.** На рис. 15 проиллюстрирована еще одна сильная сторона технологии «блокчейн» – возможность проверить и однозначно подтвердить источник электроэнергии. Благодаря ее синхронности (производство и потребление) и способности предоставить четкие и легко подтверждаемые записи, блокчейн станет первой технологией, которая позволит определить источники электроэнергии. Выдаваемые гарантии происхождения, вероятно, будут более обоснованными. Кроме того, станет легче выпускать сертификаты на квоты на выбросы и подтверждать повышение энергоэффективности, что в свою очередь упростит используемые в настоящее время сложные системы.
- **Проведение взаиморасчетов и окончательного расчета.** От использования блокчейна могут выиграть не только потребители, являющиеся одновременно и производителями, но и операторы сетей электропередачи, так как блокчейн позволит им четко отнести данные взаиморасчетов на конкретных отдельных участников рынка. Планируемое внедрение «умных счетчиков» будет только способствовать распределению объемов потребления и отнесению их на балансирующую группу и поставщиков электроэнергии, которые используют эту балансирующую группу. Система на основе технологии «блокчейн» позволит четко отследить весь путь потребленной электроэнергии вплоть до точки, в которой она была произведена. В целом это приведет к значительному снижению затрат, а конечные пользователи получат прямые выгоды в результате использования более эффективной системы.

*«Поэтому серьезным барьером, препятствующим внедрению моделей транзакций на базе технологии “блокчейн”, является необходимость обеспечения их соответствия существующим сегодня нормативным требованиям»*

## 6. Риски и возможности для потребителя, связанные с применением технологии «блокчейн»

*В случае принятия децентрализованной модели транзакций, описанной применительно к электроэнергетике в разделе 3, коренным образом изменятся отношения между производителями электроэнергии, ее поставщиками, операторами электросетей и потребителями.*

Потребители, вероятно, выиграют благодаря более высокому уровню прозрачности и гибкости. Снижение затрат на транзакции в связи с исключением из этого процесса посредников и увеличением количества участников рынка будет означать падение цен на электроэнергию. Как и в случае любой другой новой технологии, нерешенные технические вопросы и отсутствие многолетнего опыта применения будут также означать наличие неопределенности в будущем, в результате чего возникают некоторые риски. Только со временем станет ясно, смогут ли другие технологии или интеллектуальные базы данных и протоколы предложить более удобные решения с точки зрения потребителей.

Как уже упоминалось в предыдущих разделах, технология «блокчейн» в настоящее время все еще находится на начальной стадии разработки, и в этом смысле электроэнергетика не является исключением. Однако опыт, полученный в финансовой отрасли и в рамках первых проектов в электроэнергетике, позволяет нам предположить, какие положительные и отрицательные последствия эта технология будет иметь для потребителей. Мы провели оценку возможностей и рисков для потребителей на основании следующих допущений:

- Применение технологии «блокчейн» в электроэнергетике приведет к вытеснению с этого рынка всех или некоторых посредников, которые в настоящее время здесь работают, и к снижению транзакционных издержек.
- Благодаря возможности точно настроить работу сети и расширению использования «умных счетчиков», «умных контрактов» и других новых технологий, повысится уровень гибкости и кастомизации во всех сегментах потребления и сбыта электроэнергии (например, настройка клиентами своего персонального энергопотребления, использование выгодных для клиента низких тарифов на электроэнергию в вечернее время суток и пр.).

- В конкурентную борьбу вступят потребители, выполняющие одновременно и роль производителей, которые станут более активными участниками децентрализованного рынка.
- Приложения на базе блокчейна сначала будут использоваться в электроэнергетическом секторе, а затем их начнут применять и в других секторах и сферах.

Несмотря на то что мы не можем спрогнозировать, как в точности будет происходить развитие технологии «блокчейн», тем не менее можно с уверенностью предположить, что у технологии имеется потенциал, реализация которого приведет к значительным структурным изменениям, по крайней мере в электроэнергетике. В результате у потребителей появятся новые возможности, но им также придется столкнуться и с новыми рисками. Далее мы представляем краткое описание этих возможностей и рисков.

Рис. 14. Бруклинский проект

## Возможности +

- **Снижение транзакционных издержек** за счет отказа от привлечения посредников.
- **Падение цен** в результате повышения уровня **прозрачности рынка**.
- Простое **решение для клиентов, которые хотят стать поставщиками услуг/электроэнергии**.
- **Снижение общего уровня сложности транзакций** (документация, договоры, платежи).
- **Повышение уровня прозрачности** благодаря децентрализованному хранению данных.
- **Гибкая система**, позволяющая выбирать продукты (тарифы) и менять поставщика электроэнергии.
- **Укрепление позиций потребителей, являющихся одновременно и производителями**, благодаря отсутствию зависимости от единого органа, осуществляющего централизованное администрирование (прямые закупки/продажи электроэнергии).

## Риски —

- **Полная потеря данных** при утере идентификационного номера.
- В настоящее время **высокие транзакционные издержки в открытых блокчейн-системах**.
- Возможность **неприятия** со стороны потребителей.
- Отсутствие **вышестоящей инстанции в случае необходимости разрешения споров**, отсутствие непосредственной возможности доведения проблемы до сведения вышестоящей инстанции в случае возникновения конфликтной ситуации.
- Риск **недобросовестных действий** на уровне взаимодействия (интерфейса) между реальным миром и цифровым миром блокчейна (например, интерфейс между «умным счетчиком» и блокчейн-системой).
- **Отсутствие многолетнего опыта**.
- Возможные **технические проблемы с первыми приложениями** на начальных этапах внедрения.
- Недостаточно полная или неудовлетворительная функциональность и риски, связанные с безопасностью, вследствие **отсутствия стандартизации**.
- Сети должны удовлетворять требованию **более высокой степени гибкости**.

*«Опыт, полученный в финансовой отрасли и в рамках первых проектов в электроэнергетике, позволяет нам предположить, какие положительные и отрицательные последствия эта технология будет иметь для потребителей»*

## 6.1. Возможности, связанные с применением технологии «блокчейн» в электроэнергетике

### Снижение суммы счетов, выставляемых потребителям

Применение моделей на основе технологии «блокчейн» основано на допущении о том, что все поставщики осуществляют операции с клиентами напрямую. Одно из возможных последствий применения таких моделей заключается в том, что посредники, которые ранее осуществляли деятельность на рынке, в том числе торговые платформы, трейдеры, банки или энергетические компании, возможно, больше уже не потребуются, но в любом случае их роль существенно снизится. Это может привести к существенному снижению системных издержек. Среди видов системных издержек, которые можно будет сократить или даже полностью исключить, отметим следующие:

- отсутствие или снижение издержек, связанных с ведением учета затрат (включая затраты на персонал и другие операционные затраты, затраты на инфраструктуру и пр.), а также учета рентабельности указанных выше компаний, которые в настоящее время являются активными участниками рынка, но в будущей системе их функции не предусмотрены или крайне ограничены;
- отсутствие или снижение операционных затрат на снятие показаний электросчетчиков, выставление счетов и пр.;
- отсутствие затрат, связанных с процедурами напоминания о платежах и сбора задолженности;
- отсутствие затрат на проведение банковских платежей (особенно безакцептное списание средств со счета клиента);
- возможное сокращение транспортных расходов;
- отсутствие затрат на сертификацию при производстве электроэнергии их возобновляемых источников энергии.

Сокращение затрат в указанных выше областях приведет к прямому или косвенному снижению суммы счета, выставляемого потребителю.

С другой стороны, имеют место операционные издержки, связанные с работой блокчейн-систем. К ним относятся выплаты комиссионного вознаграждения за транзакции в системе «блокчейн». Кроме того, возможно, придется учитывать затраты на требуемую вычислительную мощность и соответствующее использование электроэнергии. Сегодня невозможно спрогнозировать, какими будут фактические затраты при использовании блокчейн-приложений. Однако уже сейчас становится очевидным, что затраты по закрытым и открытым системам на основе технологии «блокчейн» будут различаться. В случае закрытых блокчейн-систем транзакционные издержки обычно ниже, и эти системы работают на основе упрощенных процессов верификации (например, при верификации доказательства выполнения работы требуется больше электроэнергии, чем при процессе подтверждения доли), что приводит к снижению затрат.

При рассмотрении любых затрат следует учитывать и необходимые инвестиции в повышение гибкости электрических сетей: использование цепочек блоков может быть эффективным только в том случае, если магистральная электросеть будет способна работать с большим количеством индивидуальных производителей электроэнергии и обеспечивать более высокую степень гибкости – все это важно еще и для обеспечения безопасности поставок электроэнергии. Повсеместное внедрение «умных счетчиков», которое должно стартовать в 2017 году, обеспечит благоприятные условия для появления более гибких рынков электроэнергии. Еще один аспект, который следует учитывать, заключается в том, что наибольших выгод с точки зрения снижения затрат можно добиться только в том случае, если максимально возможное число производителей и потребителей электроэнергии согласятся использовать блокчейн-приложения, в основе которых лежат общие стандарты и правила. Это могло бы помешать одновременному появлению и развитию других приложений, несовместимых с блокчейном.

Еще одним фактором, который позволит снизить сумму счетов, выставляемых потребителям электроэнергии, является значительно более высокая степень гибкости, которую будут иметь потребители в вопросе выбора своего поставщика электроэнергии. В системах транзакций на базе блокчейна потребители практически постоянно меняют поставщиков электроэнергии, так как они имеют возможность найти новых партнеров для проведения транзакций и заключить с ними договор за очень короткий промежуток времени (вплоть до нескольких минут).

### Прозрачность

Использование технологии «блокчейн» обеспечит потребителям более высокий уровень прозрачности операций. Потребители получат возможность отследить, где была произведена электроэнергия, которую они приобрели. Транзакции, проводимые напрямую между производителями электроэнергии и ее потребителями, позволят сторонам четко оговорить, кто именно будет являться «стороной по договору», то есть ветровая или солнечная электростанция поставит электроэнергию. Благодаря этому станет возможным точно определить источник поставляемой электроэнергии, например с точки зрения процентной доли в ней электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников энергии. Каждый потребитель электроэнергии будет оговаривать эти вопросы в договоре в индивидуальном порядке, причем с небывалой ранее степенью детализации.

Соответственно, вся история транзакций, хранящаяся в цепочке блоков (объем потребленной электроэнергии и произведенные платежи), тоже станет прозрачной. Наличие истории транзакций в полном объеме и возможность провести анализ на ее основе позволит потребителям получить беспрецедентно четкую картину энергоснабжения. Что касается коммерческих и крупных потребителей электроэнергии, которые уже сегодня имеют такие данные в своем распоряжении, то они будут платить за это меньшие суммы, притом что, по всей вероятности, они будут располагать более значительным объемом детализированных данных, на основе которых они смогут проводить свой анализ.

Вопрос, который следует критически проанализировать в этом контексте, заключается в следующем: какие недостатки будет таить в себе такой уровень прозрачности, если принять во внимание, что в базовой модели на основе блокчейна информация обо всех транзакциях находится в открытом доступе? Индивидуальные пользователи возьмут себе псевдонимы, однако теоретически существует возможность «расшифровки» определенного количества псевдонимов без соответствующей авторизации, а это может создавать риски.

**Преимущества для местного сообщества и потребители, выступающие одновременно в роли производителей**

Внедрение технологии блокчейна могло бы стимулировать укрепление наметившейся в настоящее время тенденции – повышения роли потребителей, выступающих одновременно в роли производителей. Снижение транзакционных издержек и упрощение процесса выставления счетов позволит небольшим поставщикам или потребителям электроэнергии стать участниками рынка не только в качестве потребителей, но и в качестве поставщиков. Потребителям, у которых есть, например, собственные солнечные энергетические системы, стало бы проще продавать производимую ими электроэнергию своим соседям или поставлять электроэнергию в сеть. Это позволило бы повысить экономическую целесообразность солнечных энергетических систем, небольших ветроэнергетических установок и ТЭЦ, принадлежащих потребителю, что в свою очередь привело бы к росту числа потребителей, являющихся одновременно и производителями. Потребители выиграют и от более диверсифицированного предложения продукции и снижения цен. Кроме того, использование блокчейн-моделей могло бы способствовать реализации энергетических проектов, финансируемых за счет средств местного сообщества.

Упрощение способов выхода на рынок для производителей электроэнергии, эксплуатирующих объекты малой распределенной энергетики, будет способствовать дальнейшему развитию возобновляемых источников энергии. Косвенным образом это может оказать положительное влияние на структуру экономики в регионе, где осуществляют деятельность такие производители. Выработка электроэнергии на объектах малой энергетики может оказать положительное влияние на развитие экономики за счет расширения услуг, например в области эксплуатации или производства. Расширение рынка ветроэнергетики могло бы оказаться особенно полезным в районах, характеризующихся недостаточным уровнем развития инфраструктуры и низким экономическим ростом.



## 6.2. Риски, связанные с применением технологии «блокчейн» в электроэнергетике

В настоящее время технология «блокчейн» все еще находится на ранней стадии развития, что означает наличие некоторых факторов неопределенности и рисков. Если не считать «Биткойна» – самого известного приложения на базе технологии «блокчейн», то можно говорить об отсутствии длительного опыта внедрения блокчейн-приложений. Само же приложение «Биткойн», несмотря на достаточно неоднозначный старт, оказалось надежной и эффективной системой.

Многие эксперты также предполагают, что технология «блокчейн» может оказаться не настолько масштабируемой, как это необходимо. С учетом невероятно быстрых темпов роста объемов данных, можно отметить, что одни лишь массивы данных, которые будут аккумулированы спустя несколько лет после начала работы блокчейн-системы, предъявляют к ней высокие требования с точки зрения безопасности, скорости и затрат.

Поскольку блокчейн является новой технологией, работающей на базе принципиально новой модели транзакций, можно ожидать, что она будет по крайней мере частично отвергнута некоторыми игроками электроэнергетической отрасли, отдельными потребителями электроэнергии и какой-то частью общества в целом.

Принцип анонимности, заложенный в блокчейне, также подразумевает наличие риска, связанного с возможностью использования системы в целях ведения незаконной деятельности (например, организованная преступность). В частности, такие криптовалюты, как биткойн, уже не раз попадали в заголовки средств массовой информации в связи с появлением несостоятельных бирж, созданных недобросовестными учредителями, или использованием биткойна с целью вымогательства.

Применение децентрализованной блокчейн-системы, в которой отсутствует высший орган управления, также может выявить ее недостатки с точки зрения потребителей, поскольку как минимум в тех моделях, которые обсуждались сегодня, отсутствует ответственный орган, который в случае необходимости мог бы вмешаться в качестве регулятора, оказать простые услуги или отменить ранее проведенные транзакции. Вопрос, который постоянно возникает в связи с технологией «блокчейн», заключается в следующем: что произойдет, если пользователь забыл свои персональные реквизиты доступа, необходимые для получения доступа к собственной учетной записи? В этом случае пользователи безвозвратно лишаются своей учетной записи и теряют свои настройки, информацию и активы, которые там хранятся.

### Риски, связанные с безопасностью

Применение технологии «блокчейн», не связанное с использованием криптовалюты, носит намного более сложный характер и требует непосредственного участия конечных пользователей. Следовательно, такие приложения должны быть особенно защищенными, но при этом удобными для пользователей. И тем не менее всегда будет существовать риск постороннего вмешательства (например, хакерских атак) и технических сбоев (например, отказа систем).

Насколько реалистичен сценарий хакерской атаки, было доказано в случае атаки на приложение DAO (децентрализованной автономной организации), о которой стало известно, когда мы работали над этим исследованием. Далее представлено описание приложения The DAO, созданного на платформе «Эфириум».

### Преимущества для местного сообщества и потребители, выступающие одновременно в роли производителей

DAO – это сложный вид децентрализованного приложения (DApp). Для того чтобы лучше понять, что представляет собой DAO, следует рассматривать ее как организацию нового типа, которая подобна цифровой компании или инвестиционному фонду, а не юридическому лицу. DAO была учреждена как орган самоуправления, который действует в соответствии с демократическими принципами и на который не оказывают влияния внешние силы. Действие этого принципа можно в настоящее время наблюдать на практике в связи с недавней хакерской атакой на систему. В настоящее время держатели токенов DAO обсуждают разные подходы, которые могут быть использованы в качестве ответных мер в результате этого инцидента и которые впоследствии будут трансформированы в зашифрованный код и реализованы в рамках демократичного по своему характеру процесса. На момент подготовки этого материала возможность введения структуры, управление которой осуществляется внешними сторонами, была исключена.

Уставные нормы DAO интегрированы в блокчейн «Эфириум». Концепция DAO строится на использовании «умных контрактов», которые:

- невозможно изменить (с позиции индивидуальных участников): только большинством голосов держателей токенов DAO по итогам голосования может быть принято решение об изменении кода (а следовательно, и самой DAO);
- невозможно прекратить: программа работает на базе цепочки блоков системы «Эфириум», которая состоит из тысяч независимых узлов. Для остановки программы потребуется остановить работу большинства этих узлов, что невозможно реализовать на практике;
- невозможно оспорить: все действия, выполняемые программой, являются прозрачными и навсегда зафиксированы в цепочке блоков системы «Эфириум».

В протоколе DAO не используются технологии искусственного интеллекта, а это означает, что определенные виды деятельности, например производство продукции, написание кода или разработка аппаратных средств, не могут осуществляться непосредственно самой DAO. Поэтому DAO полагается на так называемых подрядчиков, которые от ее лица выполняют действия в реальном мире. Эти подрядчики связаны между собой и реализуют так называемые предложения, при условии что они были приняты DAO.

Предложения вносятся держателями токенов DAO, которые впоследствии получают прибыль от продажи или использования созданных продуктов. В дополнение к этому для предотвращения атак выбираются так называемые кураторы. Кураторы ведут «белый список», в котором отражены все подрядчики (то есть субъекты, которые авторизованы для получения эфиров от DAO). Кураторы следят за тем, чтобы в каждом предложении, которое подается в форме «умного контракта», действительно содержалось то, что в нем должно содержаться согласно утверждениям соответствующего держателя токена DAO и подрядчика. Затем кураторы проверяют и подтверждают, что предложение было подано реально существующим лицом или реально существующей организацией.

У держателей токенов DAO есть право принимать коллективные решения по предложениям (их право голоса соразмерно количеству принадлежащих им токенов) и участвовать в прибыли пропорционально их доле в средствах, которые находятся в DAO, если предложения были успешно реализованы.

Как и в случае с «Биткойном», в силу международного характера сети остается неясным, какая страна или суды какой юрисдикции будут иметь право подтверждать достоверность идентификационной информации или каким образом может быть установлена правовая юрисдикция.

Вопрос о том, какое влияние – положительное или отрицательное – окажут в целом блокчейн-приложения на потребителей электроэнергии, будет также зависеть и от того, как эти приложения будут реализованы. Следует ожидать, что приложения, ориентированные в первую очередь на создание распределенных записей о транзакциях, принесут положительные результаты скорее, чем комплексные приложения, позволяющие проводить децентрализованные транзакции на основе «умных контрактов». В случае закрытых блокчейн-моделей затраты, по всей вероятности, будут ниже, но это произойдет за счет отказа от принципа децентрализованной организации. И в связи с этими моделями также возникнет вопрос о том, какие преимущества предлагают такие решения по сравнению с традиционными процессами на основе баз данных, поскольку ключевой аспект – децентрализованное и защищенное от постороннего вмешательства хранение данных – в этом случае по значимости отойдет на второй план.

*«Принцип анонимности, заложенный в блокчейне, также подразумевает наличие риска, связанного с возможностью использования системы в целях ведения незаконной деятельности (например, организованная преступность)»*

### 6.3. Обзор возможных социальных последствий в долгосрочной перспективе

Повсеместное внедрение технологии «блокчейн» с соблюдением всех заложенных в нее принципов коренным образом изменит то, как экономика функционирует сегодня, и то, как мы осуществляем финансовые операции. Блокчейн разрабатывался с целью создания децентрализованной модели для обмена данными и их хранения, контроль над которой осуществляется с помощью децентрализованной операционной системы. Децентрализованные системы не могут контролироваться меньшинством участников или единым органом, осуществляющим централизованное управление, и они являются прозрачными для всех участников, а также самоуправляемыми.

#### Создание «Интернета ценностей»

В блокчейн-системах уже не нужны централизованные точки для хранения данных. Технология «блокчейн» – это следующий шаг в рамках перехода от универсального пространства для обмена информацией (созданного Всемирной паутиной – World Wide Web) к универсальному пространству, в котором ценности и связанное с ними взаимодействие могут быть представлены в структурированном виде. Это ведет к появлению так называемого Интернета ценностей – своего рода протокола, который пользуется всеобщим доверием и мог бы, помимо прочего, выполнять нотариальную функцию в отношении всех транзакций, осуществляемых в сети, делая это в автоматическом режиме и обеспечивая прозрачность для всех сторон. Помимо повышения эффективности и экономии на затратах, блокчейн-технология таким образом обещает прежде всего обеспечить защиту от человеческого фактора, поскольку решения здесь принимаются на основе веских доказательств, а посредники исключены из процесса с целью повышения эффективности. Безусловная прозрачность и автоматическое исполнение всех транзакций в цепочке блоков должны вывести безопасность в «Интернете ценностей» на принципиально иной уровень.

#### Процесс децентрализации общества, создание децентрализованных организаций

Блокчейн представляет собой прозрачный цифровой реестр транзакций, который надежно защищен от постороннего вмешательства и от возможности внесения изменений в запись. Вся информация хранится в децентрализованной сети и не контролируется центральным органом управления. Сам по себе блокчейн не устанавливает правил, а скорее, описывает заранее определенную процедуру, которая транслируется в цифровой код на основе децентрализованного и демократичного по своему характеру процесса.

Правила реализуются в цифровой форме посредством «умных контрактов», при этом автоматически обеспечивается соблюдение прав всех контрагентов. Технология «блокчейн» позволяет создать саморегулируемую и самоуправляемую социально-экономическую систему, контроль над которой осуществляют компьютерные программы и в которой транзакции выполняются посредством самореализуемых цифровых контрактов. Такой вид децентрализованного управления способен привести к сокращению числа неэффективных операций и снижению уровня коррупции. Благодаря тому что каждый отдельный элемент сети обрабатывает каждую транзакцию, ни один из элементов не контролирует базу данных в целом. С этой точки зрения децентрализация играет свою роль и в повышении уровня безопасности и устойчивости системы.

Труднейшая задача, которую ставит технология «блокчейн», заключается в том, как интегрировать социальную концепцию, в которой отсутствует механизм контроля, в социально-технологическую систему. В социальных концепциях такие механизмы контроля появились в результате эволюционного культурного развития. Они привели к созданию целого ряда взаимосвязанных систем, каждая из которых в определенной степени обладает способностью к адаптации, когда приходится иметь дело с ненадлежащим или злонамеренным поведением отдельных участников. Эти взаимосвязанные системы могут временно исключать участников и снова интегрировать их в случае исправления, например используя социальную концепцию прощения. Социальные системы, основанные на таком коллективном взаимодействии, являются относительно стабильными, честными и справедливыми. В отличие от них, технологические системы базируются на детерминистских, разрозненных концепциях, обеспечивающих принятие оперативных решений, которые могут иметь серьезные последствия для отдельных участников.

С учетом того, что самоуправляемые системы, способные самостоятельно адаптироваться к переменам, могут как угодно изменяться по своему усмотрению, а также принимая во внимание тот факт, что определенные модели поведения противоречат целям системы либо могут означать нарушение работы других систем или людей, деятельность системы должна быть ограничена определенными рамками и должна регулироваться. Как установить эти нормы, законы и правила, обеспечить их соблюдение и организовать регулирование системы посредством компьютерного кода – это одна из наиболее важных и сложных задач в данном контексте.

Для того чтобы создать тщательно проработанную в техническом плане концепцию и получить уверенность в том, что можно будет в полной мере использовать потенциальные преимущества, которые предлагает децентрализованная структура,

потребуется внедрить процедуру обучения и систему непрерывной корректировки.

В основе работы блокчейн-приложений лежит принцип, согласно которому решения принимаются автономно либо технологией, либо непосредственно самой системой в целом. Должны быть установлены четкие правила для «умных контрактов», равно как и правила на более высоком уровне, чтобы исключить возможность использования системы не по назначению или вероятность принятия нежелательных решений (например, путем исключения определенных групп, которые способны предлагать теоретически оптимальные решения, но при этом не пользуются поддержкой общества).

#### Блокчейн: конец или начало действия права на неприкосновенность частной жизни

Технология блокчейна способна картировать повседневную цифровую жизнь каждого участника в цепочке блоков. Это может привести к созданию биографических цепочек блоков, в которых полностью отражены и документально подтверждены все этапы жизни человека. Люди уже сегодня хранят в облаке данные, занесенные в медицинские приложения, включая информацию о своем пульсе, качестве сна и потребляемых калориях. В будущем, возможно, цепочки блоков будут использоваться для предоставления децентрализованных записей о состоянии здоровья населения. Обеспокоенность относительно защиты персональных данных можно в некоторой степени развеять, разрешив пользователям применять другую идентификационную информацию или псевдонимы там, где нет необходимости в раскрытии точных идентификационных данных.

Блокчейн позволяет людям свободно осуществлять операции на собственных условиях. Каждый пользователь может отправить или получить платеж способом, аналогичным тому, который он использует при расчете наличными денежными средствами, но он также может стать и участником более сложных контрактов. Большое число подписей позволяет сети принять транзакцию только в том случае, если транзакцию готовы подписать и подтвердить (верифицировать) определенное число лиц из конкретной группы. Это открывает перспективы для развития инновационных посреднических услуг в будущем. Такие услуги могли бы позволить третьей стороне утвердить или отклонить транзакцию в случае разногласий между другими сторонами, причем контроля над их деньгами такая третья сторона не имеет. В отличие от платежей денежными средствами и с помощью других методов, при каждом использовании технологии «блокчейн» всегда остается доступное для широкой публики доказательство того, что транзакция действительно имела место, и этот факт может быть использован для предъявления регрессного требования к организациям, занимающимся мошенничеством<sup>10</sup>.



## 7. Выводы и прогнозы

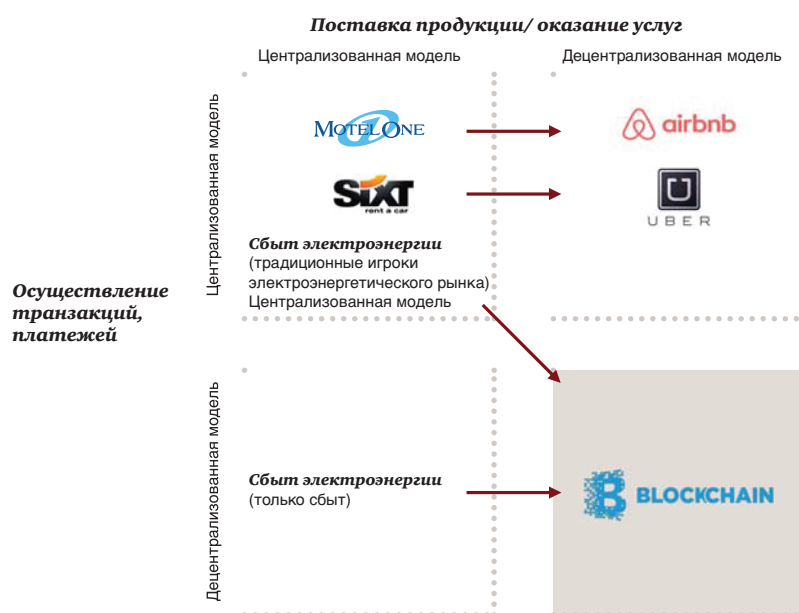
*Финансовые приложения на основе технологии «блокчейн» уже достигли поразительно высокого уровня зрелости. Но только будущее покажет, сможет ли эта технология совершить революцию в секторе. Первые пилотные проекты дают общее представление о колоссальных выгодах, которые могут обеспечить блокчейн-приложения с точки зрения экономии на затратах, а также скорости и гибкости.*

Если говорить о приложениях на базе технологии «блокчейн» в электроэнергетике, то пока рано делать окончательные выводы. Теоретически у технологии имеется потенциал для того, чтобы определить будущее и нашего энергоснабжения. Перспективы развития технологии будут зависеть от технологического прогресса и успехов технологий-конкурентов, а также от нормативно-правовой практики в отдельных странах. Однако, как представляется, можно с уверенностью предположить, что технология блокчейна будет способствовать появлению новых инновационных бизнес-моделей в самых разных отраслях.

Технология блокчейна – это еще одна движущая сила, стимулирующая переход к «экономике совместного потребления», основанной на совместном использовании активов. В этом контексте слово «совместный» означает в первую очередь то, что транзакции осуществляются напрямую между поставщиками и их клиентами. Платформы помогают большому числу отдельных поставщиков и потенциальных клиентов «найти» друг друга для проведения транзакций, удовлетворяющих потребностям обеих сторон (равноправные участники, P2P).

На приведенной ниже схеме представлены разные формы, которые может принимать такая экономика совместного потребления.

Рис. 17. Риски и возможности для потребителя



Традиционные централизованные бизнес-модели, например гостиничные сети, прокат автомобилей и таксомоторные компании, подвергаются усиливающемуся давлению со стороны таких поставщиков услуг, как Airbnb и Uber, которые работают с использованием платформ, позволяющих разрозненным (частным) индивидуальным поставщикам предлагать свои продукты и услуги. Хотя поставка продукции или услуг является децентрализованной, организация и исполнение соответствующих транзакций и платежей осуществляется с помощью упомянутых выше централизованных платформ.

Блокчейн-системы являются полностью децентрализованными, то есть организация, оформление и исполнение всех транзакций осуществляется на основе системы равноправных участников, взаимодействующих напрямую, исключая посредников (P2P). Именно благодаря этому свойству технология «блокчейн» потенциально влечет за собой коренные преобразования

Практические примеры, демонстрирующие потенциал применения блокчейна в электроэнергетике, позволяют увидеть многообещающие перспективы использования этой технологии. В дополнение к сокращению транзакционных издержек в рамках всей системы, повышению эффективности процессов и, соответственно, обеспечению выгод для покупателей, технология может позволить всем участвующим сторонам взаимодействовать напрямую. Это гарантирует оптимальную загрузку имеющихся генерирующих мощностей при одновременном обеспечении наиболее выгодной цены для потребителя. В рамках такой модели значительно возрастает роль потребителей, являющихся одновременно и производителями.

Ответ на вопрос о том, будет ли эта технология успешно применена в электроэнергетике, в конечном итоге будет зависеть от ряда аспектов, представленных ниже.

- **Какими приложениями смогут пользоваться клиенты?** В настоящее время программы по развитию блокчейна ориентированы исключительно на разработку технологии, то есть отсутствуют приложения или альтернативные предложения, которыми могли бы легко и удобно воспользоваться клиенты. Такие приложения должны быть разработаны именно как прикладные программы: они должны быть эффективными, ориентированными на потребителя и простыми в использовании.
- **Сможет ли система в целом работать эффективно?** Пока еще трудно в полной мере оценить затраты и выгоды блокчейн-моделей. Затраты на передачу и хранение данных, вероятно, будут играть несущественную роль. Однако затраты на процесс верификации (майнинга), который занимает центральное место во всех приложениях на базе технологии «блокчейн», могут оказаться высокими.
- **Какие дополнительные преимущества смогут обеспечить цепочки блоков в тех областях применения, в которых основной акцент делается на учете транзакций?** Блокчейн-приложениям, в которых отсутствует функция, позволяющая использовать «умные контракты» (например, приложения для учета прав собственности), еще только предстоит доказать на практике, какими преимуществами они обладают по сравнению с проверенными временем решениями «клиент-сервер» (с централизованным управлением). Весьма вероятно, что на рынке получат признание и приложения смешанного типа, например блокчейн-модели, управляемые централизованно ответственным органом.

В целом можно сказать, что в настоящее время технология «блокчейн» безусловно демонстрирует, что в ней заложен огромный потенциал, включая и преимущества для потребителей, и участники рынка должны и далее развивать эту технологию. Те подходы, которые мы видели до сих пор, в будущем могут оказать дестабилизирующее воздействие на рынок, и может потребоваться дополнительное вмешательство со стороны регулирующих органов, притом что электроэнергетический рынок уже сейчас жестко регулируется. Для того чтобы блокчейн-системы обеспечивали преимущества для потребителей (включая и обычных потребителей электроэнергии, и потребителей, являющихся одновременно и производителями электроэнергии), потребуются уделять огромное внимание вопросам защиты прав потребителей.

## Приложение 1

### Список опрошенных экспертов

Помимо оценки всех имевшихся в нашем распоряжении документов, в которых рассматриваются блокчейн-модели и возможности их применения в энергетике (исследования, презентации, статьи, видеоматериалы), в период работы над этим исследованием (июнь 2016 года) мы опросили по телефону специалистов в соответствующих областях. Опрос позволил нам обсудить с этими экспертами сделанные нами выводы и нашу точку зрения, а также представить их мнение по вопросам, которые были изучены в рамках данного исследования.

Мы выражаем благодарность всем перечисленным ниже специалистам за их готовность поделиться с нами своим экспертным мнением и использовать его при подготовке данного исследования.

Название компании	Веб-сайт	Партнер, с которым было проведено интервью, или контактное лицо
<b>Блокчейн-приложения, используемые в энергетике</b>		
OneUp (Нидерланды)	<a href="http://www.oneup.company">www.oneup.company</a> <a href="http://www.bigdata.company">www.bigdata.company</a>	Марк Дийкман
Gridsingularity (международная компания)	<a href="http://www.gridsingularity.com">www.gridsingularity.com</a>	Эвалд Гессе
consenSys (США)	<a href="http://www.consensys.net">www.consensys.net</a>	Джон Лайлик
Winwest (Австрия)	<a href="http://www.winwest.at">www.winwest.at</a>	Хайн Попович
Vattenfall (Германия)	<a href="https://www.vattenfall.de/">https://www.vattenfall.de/</a>	Клаус Ваттендруп
Energie Steiermark (Австрия)	<a href="https://www.e-steiermark.com/">https://www.e-steiermark.com/</a>	Мартин Граф
SolarCoin (Израиль)	<a href="http://solarcoin.org/">solarcoin.org/</a>	Яу Бен-Ор
Next Virtuelle Kraftwerke (Германия)	<a href="http://www.next-kraftwerke.de/">www.next-kraftwerke.de/</a>	Хенрик Зэммиш
Университет прикладных наук Каринтии (Австрия)	<a href="http://www.fh-kaernten.at">www.fh-kaernten.at</a>	Томас Клиндер, Кристиан Мадритш
<b>Блокчейн-приложения, используемые преимущественно в секторе финансовых услуг</b>		
Coinimal (Австрия)	<a href="http://www.coinimal.com">www.coinimal.com</a>	Эрик Демут, Пауль Кланшек
<b>Другие блокчейн-приложения</b>		
lab10 (Австрия)	<a href="http://www.lab10.at">www.lab10.at</a>	Томас Цайнциндер

## Приложение 2

### Источники информации и соответствующие ссылки

Ниже мы приводим список отдельных ссылок на компании и веб-сайты, которые не были приведены ранее в этом исследовании и которые, по нашему мнению, являются важными для предмета данного исследования.

- [bankymoon.co.za](http://bankymoon.co.za)
- [brooklynmicrogrid.com](http://brooklynmicrogrid.com)
- [gridsingularity.com](http://gridsingularity.com)
- [insights.ubuntu.com](http://insights.ubuntu.com)
- [ir.nasdaq.com/releasedetail.cfm?releaseid=948326](http://ir.nasdaq.com/releasedetail.cfm?releaseid=948326)
- [projectexergy.com](http://projectexergy.com)
- [slock.it](http://slock.it)
- [solarchange.co/](http://solarchange.co/)
- [solarcoin.org](http://solarcoin.org)
- Solarpraxis Neue Energiewelt AG и Kirsten Hasberg, вебинар по вопросам использования блокчейн-технологий в энергетике (Blockchain für die Energiewelt, 2016)
- [www.artik.io](http://www.artik.io)
- [www.mpayg.com](http://www.mpayg.com)
- [www.oneup.company](http://www.oneup.company)
- [www.powerpeers.nl](http://www.powerpeers.nl)
- [www.thesunexchange.com/](http://www.thesunexchange.com/)

#### Авторы настоящего исследования

- Феликс Хассе
- Аксель фон Перфаль (руководитель проекта)
- Томас Хиллебранд
- Эрвин Смоул
- Лена Лэй
- Максимилиан Шарле

# Контактная информация

## Основные контактные лица

### Норберт Швайтерс

Руководитель международной практики по предоставлению услуг предприятиям электроэнергетики  
Тел.: +49 211 981 2153  
Электронная почта: norbert.schwieters@de.pwc.com

### Йерун ван Хооф

Руководитель международной практики по предоставлению аудиторских услуг предприятиям электроэнергетики  
Тел.: +31 (88) 792 14 07  
Электронная почта: Jeroen.van.Hoof@nl.pwc.com

### Дэвид Этеридж

Руководитель международной практики по предоставлению услуг бизнес-консультирования предприятиям электроэнергетики  
Тел.: +1 925 519 2605  
Электронная почта: david.etheridge@pwc.com

### Аксель фон Перфаль

Эксперт в области блокчейн-технологий  
Тел.: +49 30 2636 3958  
Электронная почта: axel.von.perfall@de.pwc.com

## Контактные лица по странам и регионам

### Азиатско-Тихоокеанский регион

#### Австралия

Марк Кофлин  
Тел.: +61 3 8603 0009  
Электронная почта: mark.coughlin@au.pwc.com

#### Китай

Лиза Б. Ванг  
Тел.: +86 10 6533 2729  
Электронная почта: binhong.wang@cn.pwc.com

#### Индия

Камесвара Рао  
Тел.: +91 40 6624 6688  
Электронная почта: kameswara.rao@in.pwc.com

#### Индонезия

Саша Винзенрид  
Тел.: +62 21 52890968  
Электронная почта: sacha.winzenried@id.pwc.com

#### Япония

Йоши И. Хазама  
Тел.: +81 90 5428 7743  
Электронная почта: yoichi.y.hazama@jp.pwc.com

#### Корея

Ли-Хой Доу  
Тел.: +82 2 709 0246  
Электронная почта: lee-hoi.doh@kr.pwc.com

#### Европа

##### Австрия

Майкл Спонринг  
Тел.: +43 1 501 88 2935 Электронная почта: michael.sponring@at.pwc.com

##### Бельгия

Коэн Хенс  
Тел.: +32 2 710 7228  
Электронная почта: koen.hens@be.pwc.com

##### Центральная и Восточная Европа

Адам Оштович  
Тел.: +36 14619585  
Электронная почта: adam.osztovits@hu.pwc.com

##### Дания

Пер Тиммерманн  
Тел.: +45 39 45 91 45  
Электронная почта: per.timmermann@dk.pwc.com

##### Финляндия

Маури Хатонен  
Тел.: +358 9 2280 1946  
Электронная почта: mauri.hatonen@fi.pwc.com

##### Франция

Паскаль Жан  
Тел.: +33 1 56 57 11 59  
Электронная почта: pascale.jean@fr.pwc.com

##### Германия

Норберт Швайтерс  
Тел.: +49 211 981 2153  
Электронная почта: norbert.schwieters@de.pwc.com

##### Греция

Вангелис Маркопулос  
Тел.: +30 210 6874035  
Электронная почта: vangellis.markopoulos@gr.pwc.com

##### Ирландия

Энн О'Коннелл  
Тел.: +353 1 792 8512  
Электронная почта: ann.oconnell@ir.pwc.com

##### Израиль

Эйтан Глэйзер  
Тел.: +972 3 7954 830  
Электронная почта: eitan.glazer@il.pwc.com

##### Италия

Джованни Поджио  
Тел.: +39 06 570252588  
Электронная почта: giovanni.poggio@it.pwc.com

##### Нидерланды

Йерун ван Хооф  
Тел.: +31 88 792 1328  
Электронная почта: jeroen.van.hoof@nl.pwc.com

##### Норвегия

Хилдеган Наас-Бибов  
Тел.: +47 9526 0118  
Электронная почта: hildegunn.naas-bibow@no.pwc.com

##### Польша

Петр Люба  
Тел.: +48227464679  
Электронная почта: Piotr.luba@pl.pwc.com

##### Португалия

Жоао Рамос  
Тел.: +351 213 599 296  
Электронная почта: joao.ramos@pt.pwc.com

##### Российская Федерация

Татьяна Сиротинская  
Тел.: +7 495 967 6318  
Электронная почта: tatiana.sirotskaya@ru.pwc.com

##### Испания

Мануэль Мартин Эспада  
Тел.: +34 686 491 120  
Электронная почта: manuel.martin.espada@es.pwc.com

##### Швеция

Анна Элмфельд  
Тел.: +46 10 2124136  
Электронная почта: anna.elmfeldt@se.pwc.com

##### Швейцария

Марк Шмидли  
Тел.: +41 58 792 15 64  
Электронная почта: marc.schmidli@ch.pwc.com

##### Турция

Мурат Колакоглу  
Тел.: +90 212 326 64 34  
Электронная почта: murat.colakoglu@tr.pwc.com

##### Великобритания

Стивен Дженингс  
Тел.: +44 20 7212 1449  
Электронная почта: steven.m.jennings@uk.pwc.com

## Ближний Восток и Африка

### Ближний Восток

Джонти Палмер  
Тел.: +971 56 683 8192  
Электронная почта: jonty.palmer@ae.pwc.com

### Англоязычные и португалоязычные страны

#### Африка

Джон Гиббс  
Тел.: +27 11 797 4461  
Электронная почта: john.gibbs@pwc.com

### Франкоязычные страны Африки

Ноэль Альбертус  
Тел.: +33 1 5657 8507 Электронная почта: noel.albertus@fr.pwc.com

### Северная и Южная Америка

#### Аргентина/Латинская Америка Хорхе Бачер

Тел.: +54 11 5811 6952  
Электронная почта: jorge.c.bacher@ar.pwc.com

#### Бразилия

Роберто Корреа  
Тел.: +55 31 3269 1525  
Электронная почта: roberto.correa@br.pwc.com

#### Канада

Брайан Р. Потт  
Тел.: +1 416 687 8522  
Электронная почта: brian.r.poth@ca.pwc.com

#### Мексика

Гильермо Пинедо  
Тел.: +525514736289  
Электронная почта: guillermo.pineda@mx.pwc.com

#### США

Майкл А. Герман  
Тел.: +1 312.298.4462  
Электронная почта: michael.a.herman@us.pwc.com





Фирмы PwC оказывают содействие организациям и физическим лицам в получении ожидаемых результатов и выгод. PwC представляет собой сеть фирм в 157 странах мира, объединяющую свыше 208 000 специалистов, которые готовы оказывать услуги в области аудита, налогообложения и бизнес-консультирования на качественном уровне.

Международная практика по предоставлению услуг предприятиям энергетического сектора является признанным международным лидером в области предоставления профессиональных услуг предприятиям топливно-энергетического комплекса. Для оказания консультационных услуг клиентам мы используем ресурсы нашей международной сети специалистов в данной отрасли.

С более подробной информацией можно ознакомиться на сайте:

[www.pwc.com/utilities](http://www.pwc.com/utilities)



Настоящая публикация подготовлена исключительно для создания общего представления об обсуждаемом в ней предмете и не является профессиональной консультацией. Информация, содержащаяся в данной публикации, не может служить основанием для каких-либо действий в отсутствие профессиональных консультаций специалистов. Каких-либо подтверждений или гарантий (явных или подразумеваемых) в отношении точности или полноты информации, содержащейся в данной публикации, не дается. Если иное не предусмотрено законодательством, PricewaterhouseCoopers снимает с себя всякую материальную и иную ответственность и отказывается от каких-либо обязательств в связи с использованием вами или любым другим лицом информации, содержащейся в настоящей публикации, либо отказом от ее использования, а также в связи с любыми решениями, принятыми на основании этой информации.

© 2016 PwC. Все права защищены. Любое распространение без согласия PwC запрещено. Под «PwC» понимается международная сеть фирм PricewaterhouseCoopers International Limited (PwCIL) или, в зависимости от контекста, отдельные фирмы международной сети PwC. Каждая фирма сети является самостоятельным юридическим лицом и не выступает в качестве агента PwCIL или любой другой фирмы сети. PwCIL не оказывает услуги клиентам. PwCIL не несет ответственности за действия или бездействие любой из фирм глобальной сети, не может контролировать их профессиональные суждения или связывать их какими-либо обязательствами. Ни одна из фирм сети не несет ответственности за действия или бездействие любой другой фирмы сети, не может контролировать профессиональные суждения другой фирмы сети или каким-либо образом связывать обязательствами другую фирму сети или PwCIL.