

УДК: 336.1, 336.7, 004.056

## К вопросу о создании единого российского «зеленого» сертификата

S.A. Borodulina, Yu.V. Zvorykina, V.V. Kuzmenko, D.V. Monakhov, P.A. Cherkashin, I.Yu. Shushkevich, A.Yu. Shcherbakov

### On Creating the Russian Renewable Energy Certificate

**Abstract.** The article deals with the concept and methodology of creating a system for circulation of green certificates for renewable energy sources with the participation of national regulators, which can provide trusted and independent cross-border circulation of green certificates. The presented methodology implies a high degree of protection of the green certificate from counterfeiting, tracking the movement and the ability to trace the location and the history of green certificates, as well as a significant reduction in the cost of their maintenance. The necessity of using symmetric cryptography mechanisms and rejection of certification centers is shown. The preliminary structure of the green certificate is given.

**Keywords:** green pact, green certificate, renewable energy source, cross-border carbon tax, national regulator, zero processing, symmetric cryptography, electronic signature.

С.А. Бородулина<sup>1</sup>  
Ю.В. Зворыкина<sup>2</sup>  
В.В. Кузьменко<sup>3</sup>  
Д.В. Монахов<sup>4</sup>  
П.А. Черкашин<sup>5</sup>  
И.Ю. Шушкевич<sup>6</sup>  
А.Ю. Щербakov<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Председатель правления Ассоциации «Евразийский деловой совет»  
E-mail: info@eurasia.business

<sup>2</sup> Доктор экономических наук, заместитель директора АНО Институт исследований и экспертизы Внешэкономбанка.  
E-mail: ZvorykinaYV@veb.ru

<sup>3</sup> Вице-президент Ассоциации РКЦФА по направлению Финтех.  
E-mail: v.kuzmenko@c3da.org

<sup>4</sup> Вице-президент Ассоциации РКЦФА по экономике и инновациям.  
E-mail: d.monakhov@c3da.org

<sup>5</sup> Научный сотрудник Ассоциации РКЦФА.  
E-mail: pcherkashin@gmail.com

<sup>6</sup> Кандидат экономических наук, ВРИО начальника ЦРКЦФА, ВИНТИ РАН  
E-mail: info@c3da.org

<sup>7</sup> Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник РАН (ИТМиВТ им.С.А.Лебедева), президент Ассоциации специалистов в области развития криптовалют и цифровых финансовых активов.  
E-mail: x509@ras.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается концепция и методология создания системы цифрового обращения зеленых сертификатов возобновляемых источников энергии с участием национальных регуляторов, способной обеспечить доверенные и независимые трансграничные движения зеленых сертификатов. Представленная методология предполагает высокую степень защиты зеленого сертификата от подделки, трекинг движения и возможность прослеживания нахождения и истории зеленых сертификатов, а также существенное снижение затрат на их обслуживание. Показана необходимость использования механизмов симметричной криптографии и отказа от удостоверяющих центров. Приведена предварительная структура зеленого сертификата.

**Ключевые слова:** зелёный пакт, зеленый сертификат, возобновляемый источник энергии, трансграничный углеродный налог, национальный регулятор, нулевой процессинг, симметричная криптография, электронная подпись.

### ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Система пограничного углеродного регулирования создается в рамках так называемой «зеленой сделки» (European Green Deal) [1], предполагающей достижение к 2050 г. углеродной нейтральности на территории ЕС, т. е. разница между выбросами парниковых газов (в основном это CO<sub>2</sub>) и их поглощением при-

родными экосистемами должна быть снижена практически до нуля.

Данный проект, называемый также «Зелёный пакт для Европы» (или «европейский зелёный курс»), включает план достижения нулевого нетто-выброса парниковых газов и нулевого суммарного загрязнения окружающей среды, при которых выбросы парниковых газов полностью компенсируются их удалением из атмосферы. Указанный план реализуется, в том числе, путём перехода от использования иско-

паемых к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) в странах Европейского союза к 2050 году.

Целью этих мероприятий плана является борьба с глобальным потеплением и загрязнением окружающей среды.

Комплекс мероприятий «зеленая сделка» предполагает использование экологичного автотранспорта, эффективной теплоизоляции зданий, современных систем отопления и экологически чистой электроэнергии. В рамках проекта сформирован комплекс экономических мер по переводу промышленности ЕС на экологические нормы, в том числе по ее защите от импортной продукции дополнительными таможенными сборами, по квотированию выбросов парниковых газов в атмосферу.

Включение экологических и климатических приоритетов в политику ЕС, а также их усиление на глобальном уровне, объясняются, прежде всего, началом проведения в ЕС Европейского зеленого курса (ЕЗК). Последние тенденции по «озеленению» экономики и социальной сферы в Европейском Союзе влияют и на политику ЕС в отношении соседствующих стран, в том числе стран Восточного партнерства (ВП).

По мнению экспертов, ЕЗК будет иметь значительное системное воздействие на климатическую политику прежде всего таких стран Восточного партнёрства, как Азербайджан, Беларусь, Армения, Грузия, Молдова и Украина. К примеру, поступающую из других стран на европейский рынок продукцию ЕС намерен облагать «углеродным» налогом, ставка которого будет зависеть от объема парниковых газов, выделенных при производстве конкретного товара. Постепенное введение трансграничного углеродного налога (ТУН) на разные виды продукции планируется с 2022-го по 2025-й год.

Доля Европы в российском экспорте составляет около 46%. Компанией BCG (Boston Consulting Group) потери российских экспортеров вследствие введения трансграничного углеродного налога оцениваются приблизительно в \$3–4,8 млрд в год [2]. Согласно оценкам нидерландской международной компании KPMG производители, поставляющие продукцию в ЕС, до 2030 г. лишатся приблизительно от 6 до 50,6 млрд. евро в зависимости от того,

когда именно будет введен налог (рассматривались три сценария введения налога – с 2022, 2025 и 2028-го года), и с учетом средней стоимости квот на выбросы, превышающие допустимые нормы (около \$30 за 1 т. CO<sub>2</sub>) [3].

Очевидно, что вследствие обостряющейся проблемы загрязнения окружающей среды экономикой, основанной на традиционных источниках энергии, механизмы углеродного регулирования закрепляются на законодательном уровне многих стран. Однако, несмотря на достаточно высокий уровень практических реализаций в вопросах развития альтернативной энергетики необходимо учитывать принципиальные особенности ВИЭ, которые не позволяют ей развиваться без дополнительного стимулирования со стороны национальных регуляторов и производителей.

#### КРАТКИЙ ЭКСКУРС В ПРОБЛЕМЫ «ЗЕЛЕНОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ

**А**кадемик Петр Леонидович Капица, лауреат Нобелевской премии по физике (1978 г.), в своем докладе на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР (1975 г.), исходя из базовых физических принципов, обосновал тезис о бесперспективности почти всех источников альтернативной энергии, за исключением управляемого термоядерного синтеза [4].

В соответствии с докладом академика Капицы максимальная мощность, которую можно получить, используя практически любой источник энергии, равна произведению плотности энергии от этого источника (ее количества в единице объема) и скорости ее передачи (распространения). Для примера: плотность солнечной энергии мала, но она распространяется со скоростью света, поэтому Земля получает солнечной энергии больше киловатта на квадратный метр, причем реально, с учетом потерь в атмосфере, человек может использовать поток в 0,1-0,2 киловатта на квадратный метр. Этого достаточно для жизни на планете, но крайне мало для удовлетворения всех нужд экономики и хозяйства.

Кроме того, КПД установок, преобразующих солнечную энергию в электричество, составля-

ет всего 15-20%. Для обеспечения электроэнергией одного жилого дома требуется преобразователь площадью, сопоставимой с площадью фундамента, а для замены солнечной энергией традиционных источников энергии потребовалось бы построить вдоль всей сухопутной части экватора полосу солнечных батарей шириной около пятидесяти километров, что невозможно по целому ряду причин.

В электроэнергию достаточно эффективно можно превращать гравитационную энергию воды, накапливаемую при использовании запруженных рек и морских приливов. Однако на сегодняшний день доля гидроэнергии в структуре мирового потребления энергоресурсов составляет чуть более 5%, и тенденции к росту минимальны, что связано с зависимостью рентабельности гидроэлектростанций от рельефа. Например, в горной местности на единицу площади водохранилища приходится существенно больше потенциальной энергии, чем на равнине.

Кроме того, часто не оправдывает себя запруживание рек с подъемом уровня воды, так как при затоплении плодородной земли сокращается урожай, имеющий более высокую ценность, чем получаемая энергия.

Таким образом, использование солнечной энергии, гидроэнергии, как и энергии ветра, экономически необоснованное прежде всего из-за недостаточной плотности энергетического потока, тем не менее, было и остается полезным для бытовых нужд в небольших объемах.

В случае с топливными элементами мала скорость передачи энергии, ограниченная низкой скоростью диффузии ионов в электролитах, невелика и плотность энергии, однако высока эффективность превращения химической энергии окисления водорода в электроэнергию, которая превышает 70 процентов.

По словам Петра Капицы, плотность потока энергии в действительности очень мала, и с квадратного метра электрода можно снимать только 200 Вт. Чтобы производить 100 мегаватт мощности, необходимая рабочая площадь электродов должна приблизительно равняться квадратному километру. В связи с этим строительство такой электростанции потребовало бы неоправданно высоких капитальных вложе-

ний.

Приведенными выше особенностями генерации и использования «зеленой» энергии объясняются следующие трудности на пути разработки ВИЭ и их распространения:

- затраты на передачу «зеленой» энергии выше, чем на передачу традиционной энергии;
- прерывистость генерации и низкая удельная мощность, связанные с увеличением капитальных затрат;
- непредсказуемость и низкая надежность поставок на рынок и потребителям;
- достаточно высокая стоимость утилизации (например, демонтаж ветровых электростанций).

Таким образом, даже в локальном масштабе, например, для питания крупных производств, ВИЭ лишь на малую долю решают задачи энергообеспечения. Однако, на сегодняшний день экономическая неоправданность генерирования «зеленой» энергии компенсируется путем законодательного закрепления мер по регулированию выбросов CO<sub>2</sub>, в частности, введения углеродного налога и зеленых сертификатов.

## ОБ ЭКОНОМИКЕ ЗЕЛЕННЫХ СЕРТИФИКАТОВ

**З**еленый сертификат (ЗС) – сертификат на возобновляемую энергию (Renewable Energy Certificate, REC) – является инструментом поддержки и развития возобновляемых источников энергии и производства «зеленой» энергии. Зеленый сертификат подтверждает факт выработки некоторого объема электричества (как правило, 1 МВт ч) на ВИЭ с низким или нулевым уровнем выбросов CO<sub>2</sub>.

Приобретением сертификата компания подтверждает готовность покупать определенный объем чистой электроэнергии для достижения корпоративных целей или по требованию государственной власти (в ряде европейских стран компании обязаны потреблять часть электроэнергии от ВИЭ).

Электростанция на ВИЭ имеет право выпускать и продавать сертификаты на фактический объем вырабатываемой электроэнергии. Сертификаты, приобретаемые на часть или на весь объем требуемой энергии компаниями с боль-

шим объемом выбросов  $\text{CO}_2$ , позволят считать чистой потребляемую ими электроэнергию. В случае отказа от использования энергии от ВИЭ будет учитываться углеродный след потребленной компанией электроэнергией. В России он составляет в среднем 325 кг  $\text{CO}_2$  на 1 МВт ч [5].

По мнению авторов стратегической инициативы по внедрению зеленых сертификатов, к 2024 г. у российских производителей появится возможность обеспечивать их покупкой весь объем необходимой для выпуска продукции электроэнергии (около 200 млн МВт ч ежегодно).

Следует отметить, что стоимость сертификата будет равна примерно 15 руб. за 1 МВт ч, при стоимости 1 МВт ч электроэнергии 900–1500 руб. на оптовом рынке на сутки вперед в первой ценовой зоне (европейская часть РФ и Урал).

Реализация проекта по запуску в России национальной системы зеленых сертификатов и созданию для нее электронной торговой площадки (ЭТП) потребует инвестиций в размере 1,25 млрд руб. до 2030 г.

Рассмотрим применение зеленых сертификатов для стимулирования инвестиций в ВИЭ. Предположим, что известна средняя оценка выбросов  $\text{CO}_2$  при производстве одного МВт электроэнергии, которая является общепризнанной, либо подтвержденной государственным регулятором или аудиторской компанией. Обозначим эту оценку как  $Me$ .

Для каждого  $i$ -го производителя электроэнергии с учетом фактического производства и фактического выброса формируется значение  $Fie$ , равное частному от фактического выброса  $Vie$  и фактического производства энергии  $Eie$ ,  $Fie = Vie/Eie$ , измеряется в тоннах на МВт.

Разность  $Fie - Me$ , будет иметь физический смысл снижения выбросов относительно среднего значения. Очевидно, что для «грязной» энергетики это значение будет отрицательным и будет показывать «долг» производителя энергии относительно затрат на восстановление состояния окружающей среды.

От данной разности, либо от значения  $Fie$  может исчисляться трансграничный налог на поставку энергии, либо иные платежи, накладываемые на  $i$ -го производителя энергии.

Решением национального или международного регулятора разность  $Fie - Me$  может быть снижена путем покупки зеленых сертификатов у производителей «чистой энергии».

При этом значения сертификата могут быть сформированы по принципу компенсации выброса (определяется объем компенсации выброса  $\text{CO}_2$  при производстве некоторого количества электроэнергии, в том числе и в будущем).

Количество компенсированного выброса в расчете на объем производимой «чистой энергии» не должно превышать количество фактически выработанной энергии, т.е. зеленый сертификат должен быть обеспечен.

## ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТА

Описанные тенденции в области трансграничного углеродного регулирования и, прежде всего, стимулирования ВИЭ, определяют потребность в создании технической реализации устойчивой к внешнему влиянию системы зеленых сертификатов и соответствующей электронной торговой площадки, в связи с чем необходима разработка концепции и методологии выпуска и движения зеленых сертификатов.

Зеленый сертификат (ЗС) можно рассматривать как материальный объект в сфере цифровых активов, имеющий определенную структуру и циркулирующий в общедоступных сетях передачи данных. Как при выпуске ЗС (фиксации номинала, серии и номера сертификата), так и при их движении (проверке валидности) требуется использование криптографических механизмов.

При этом из соображений недопущения случаев отозванных сертификатов, сбоев в эксплуатации системы и ее остановки не целесообразно применение для массового движения зеленых сертификатов механизмов электронной подписи (ЭП), в особенности квалифицированной (используется при наличии удостоверяющих центров). Также исключается использование ассиметричных алгоритмов. Проблему могут составить и разные национальные алгоритмы простановки и проверки ЭП.

Хранилищами и средствами распоряжения

ЗС могут стать широко используемые мобильные устройства клиентов, однако на мобильных устройствах требуется минимизировать и даже исключить использование криптографических механизмов, которое может быть связано со сложностями технического и нормативного характера.

## ОСНОВНАЯ ИДЕЯ ПРОЕКТА

Основной идеей проекта системы зеленых сертификатов является использование механизмов симметричной криптографии и качественных датчиков случайных чисел для генерации ЗС с уникальным номером и последующее хранение эмитированных ЗС у национальных энергетических регуляторов и в рамках электронной торговой площадки.

Для системы ЗС должна быть обеспечена невозможность ее компрометации при компрометации или утрате любого количества хранилищ ЗС пользователей. Также должно быть исключено использование удостоверяющих центров.

Будем полагать, что система движения ЗС состоит из нескольких национальных регуляторов, подчиненных им национальных ЭТП и клиентов – потребителей или поставщиков электроэнергии. При этом данная иерархическая структура позволит присвоить системе ЗС трансграничные свойства – возможность движения ЗС между национальными регуляторами через общий «нулевой процессинг». Принципиальное отличие от представленной в статье [6] структуры универсального токена заключается в том, что предлагаемая в настоящей работе концепция и методология движения зеленых сертификатов может быть практически реализована в кратчайшие сроки.

## УЧАСТНИКИ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ ЗЕЛЕННЫХ СЕРТИФИКАТОВ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Нулевой процессинг (НП)** – уполномоченная (аккредитованная) служба процессинга ЗС, хранящая ключ КО, обеспечивающий контроль

выпуска зеленых сертификатов и, при необходимости, учет всех транзакций участников рынка ЗС.

**Национальный регулятор (НР)** – участник движения ЗС, регистрируемый в рамках «нулевого процессинга» и обеспечивающий связь эмитентов и владельцев ЗС для обеспечения движения ЗС в различных ЭТП.

**Электронная торговая площадка (ЭТП)** – аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий операции с ЗС и их учет в рамках бизнес-процессов и полномочий участников ЭТП.

**Клиент** – владелец мобильного приложения, содержащего зеленые сертификаты и дающий распоряжения по их использованию.

Клиенту создается при регистрации в ЭТП ключ  $KK_m$ , на котором вычисляется КА сертификатов, переданных ему. Контейнер клиента может храниться на стороне ЭТП и открываться по каждой операции клиента, производимой по его распоряжению.

**Распоряжение по операции с ЗС** – решение клиента о перемещении ЗС (совершении операций), выраженное и зафиксированное в приложении клиента. Для распоряжения необходим номинал ЗС и имя клиента-получателя.

В системе движения ЗС рассматриваются следующие **операции**:

- трансфер ЗС,
- обмен ЗС,
- размен ЗС,
- обращение к справочнику клиентов ЭТП.

Клиенты в системе имеют имя и соответствующий ему номер мобильного устройства. Один клиент может иметь несколько имен.

**Код аутентификации (КА)** – результат работы процедуры вычисления значения, зависящего от значения ключа и содержания информации. Эта процедура такова, что без знания ключа невозможно или вычислительно трудоемко рассчитать КА к заданной информации [7].

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДВИЖЕНИЯ ЗЕЛЕННЫХ СЕРТИФИКАТОВ

Таблица 1

**Предварительная структура зеленых сертификатов**

№№	Назначение поля	Длина, байт	Примечание
1	Заголовок	8	Выделяет ЗС из других цифровых активов
2	Идентификатор криптоалгоритма	2	Обеспечивает возможность применения различных алгоритмов КА в рамках трансграничного обмена
3	Номинал денежный	4	
4	Номинал энергетический, МВт	4	
5	Номинал CO <sub>2</sub> (компенсирующий выброс)	4	
6	Серия, номер ЗС	16	
7	Дата-время выпуска ЗС	8	
8	Срок действия ЗС, от-до	8	
9	Имя национального регулятора	16	
10	Имя ЭТП	16	
11	Имя производителя/поставщика энергии	16	
12	Время последней транзакции	8	
13	Порядковый номер последней транзакции	8	Прирачивается к предыдущему значению поля; обслуживание ЗС с меньшим номером исключено
14	Статус ЗС	2	Активен/неактивен
15	Резерв	8	Заполняется нулями
16	Код аутентификации (КА) НП на поля 1-14	8	Вычисляется на секретном ключе $K_0$
17	Код аутентификации (КА) регулятора на поля 1-14	8	Вычисляется на секретном ключе $K_{nr_i}$
18	Код аутентификации (КА) ЭТП на поля 1-14	8	Вычисляется на секретном ключе $K_{ЭТП_j}$
19	Код аутентификации (КА) клиента на поля 1-14	8	Вычисляется на секретном ключе $KK_m$
20	Резервное поле	32	
	ИТОГО	186	

Необходимо заметить, что выпуском ЗС может заниматься как национальный регулятор по информации от производителей энергии, так и нулевой процессинг.

1. Нулевой процессинг или национальный регулятор эмитирует необходимое количество ЗС и фиксирует их КА на секретном ключе  $K_0$ . НП регистрирует в системе национальных регуляторов и формирует, либо получает от НР ключ  $K_{nr_i}$ .

2. Далее производится передача к НР или наоборот сформированного пула ЗС. НР добавляет к каждому ЗС КА НР.

3. Национальный регулятор регистрирует ЗС в системе ЭТП, формируя ключи  $K_{ЭТП_j}$ .

Национальный регулятор передает в ЭТП зеленые сертификаты и формирует в них КА ЭТП. Электронные торговые площадки при получении проверяют КА НР.

4. ЭТП регистрирует приложения (хранилища ЗС) пользователей, формирует имена для них, затем загружает в кошельки (или в хранилища) ЗС с вычислением КА владельца на  $K_m$ .

5. При покупке или трансфере файл ЗС переходит к другому владельцу и удаляется из хранилища первичного владельца. При этом увеличивается счетчик транзакций и меняется время последней транзакции. По всей цепочке передачи ЗС КА проверяются и при движении к новому владельцу пересчитываются на соответствующих ключах с изменением имен (Национальный регулятор при трансграничной передаче, ЭТП при передаче в другую ЭТП, либо клиент - при передаче в рамках одной ЭТП, либо все необходимые поля).

6. При перемещениях ЗС информация синхронно обновляется в базе НП и НР, в ряде случаев информация может оставаться в ЭТП и синхронизируется после завершения биржевых торгов. При этом поле статуса неактивно до подтверждения ЗС в НП.

7. Если клиент не может подобрать номинал для перемещения из имеющихся у него ЗС, он запрашивает процедуру размена (разделения) ЗС, т.е. производит трансфер ЗС в НР и получает несколько ЗС, равных номиналу отправленного (с вычислением всех КА при движении ЗС).

8. Для трансфера или покупки клиент или ЭТП может запросить аутентификацию клиен-

та в соответствии с действующей нормативной базой, используя справочники ЭТП и клиентов, размещенных в реестре национального регулятора.

9. ЗС могут быть загружены на флеш-носители, а также распечатаны в бумажном виде с визуализацией указанных выше полей в цифровом виде или в виде двумерного кода.

Проверка или пересчет КА в каждом звене предложенной системы ЗС увеличивает защищенность движения ЗС и позволяет вести их полный учет. В настоящее время расчет КА может производиться по весьма быстродействующим алгоритмам, а малый размер ЗС не перегружает каналы связи.

Таким образом, расчет КА для клиента в рамках национального регулятора и последующая его проверка в той же или другой ЭТП, входящей в централизованную систему с НП, позволяет использовать ЗС в рамках других национальных биржевых или контролирующих институтов, подключенных к системе (трансграничные расчеты и оборот). При этом не требуется реализация криптографических механизмов в хранилище клиента.

## ВЫВОДЫ

Предлагаемая в данной работе концепция и методология может стать основой для создания независимой системы цифрового обращения зеленых сертификатов. При наличии нескольких связанных общим процессингом национальных регуляторов система зеленых сертификатов способна обеспечить доверенные и независимые трансграничные движения ЗС и повысить заинтересованность национальных экономик в генерации чистой энергии и развития возобновляемых источников энергии.

Подводя итоги, можно назвать следующие принципиальные преимущества предложенной системы зеленых сертификатов:

- высокая степень защиты от подделки и возможность автоматического восстановления при помощи вычисления КА;
- трекинг движения ЗС и возможность прослеживания нахождения и истории каждого ЗС;
- существенное снижение затрат на обслу-

живание зеленых сертификатов;

- возможность оперативного регулирования углеродного выброса в рамках национальной энергетики и транспорта.

Необходимо также учесть, что единая энергосистема РФ – весьма важный и уникальный технологический элемент народного хозяйства. Система имеет географическую привязку. Потребители энергии - потенциальные покупатели зеленых сертификатов - естественным образом географически расположены в промышленных районах, в основном в Сибири (на-

пример, РУСАЛ и Богучанская ГЭС). По сути, они работают в почти замкнутой энергосистеме Сибири.

ВИЭ не всегда расположены вблизи крупных потребителей электроэнергии, т.е. «зеленый» МВт в отдельных случаях по определению не может быть доставлен потребителю. Поэтому система учета для целей углеродного аудита должна показывать фактических потребителей «зеленой» энергии и подтверждать легитимность зеленых сертификатов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зелёный пакт для Европы. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Зелёный\\_пакт\\_для\\_Европы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Зелёный_пакт_для_Европы) (дата обращения: 12.07.2021).
2. МЭР: «Предложенный в ЕС вариант ТУР затронет экспорт из РФ на \$7,6 млрд». URL: <https://peretok.ru/news/trading/23728/> (дата обращения: 20.07.2021).
3. KPMG оценила ущерб для России от введения углеродного налога в ЕС URL: <https://www.rbc.ru/business/07/07/2020/5f0339a39a79470b2fdb51be> (дата обращения: 20.07.2021).
4. Петр Леонидович Капица о бесперспективности альтернативной энергетики. URL: <https://econet.ru/articles/170125-petr-kapitsa-o-besperspektivnosti-alternativnoy-energetiki> (дата обращения: 29.07.2021).
5. Правительство готовится запустить в 2022 году национальную систему зеленых сертификатов. URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2021/06/02/872582-zelenih-sertifikatov> (дата обращения: 12.07.2021).
6. Гриняев С.Н., Злотин Р.А., Милушкин А.И., Правиков Д.И., Селионов И.А., Щербаков А.Ю., Щуко Ю.Н. К вопросу о создании универсального защищенного доверенного цифрового актива (токена) // Научно-технический сборник "Научно-техническая информация", сер. 2 Информационные процессы и системы. 2018. № 10. С. 20-28.
7. Код аутентификации. URL: [https://dic.academic.ru/dic.nsf/fin\\_enc/23875](https://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/23875) (дата обращения: 12.07.2021).