

Современные модели систем цифровых валют центральных банков

Д. А. Кочергин

Санкт-Петербургский государственный университет,
Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

Для цитирования: Кочергин Д. А. (2021) Современные модели систем цифровых валют центральных банков. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика.* Т. 37. Вып. 2. С. 205–240. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2021.202>

В статье исследуются современные модели систем цифровых валют центральных банков (central bank digital currency, CBDC) с целью определения наиболее перспективных из них для внедрения в сфере розничных платежей и оптовых расчетов. В исследовании решаются следующие задачи: дается экономическая интерпретация и определяются ключевые характеристики центробанковских цифровых валют, выявляются особенности основных эмиссионно-расчетных моделей систем цифровых валют и анализируются наиболее продвинутые национальные проекты по выпуску CBDC. В результате исследования делается вывод о том, что цифровые валюты центральных банков являются новой (цифровой) формой фиатных денег. Появление цифровых валют центральных банков обусловлено потребностью в повышении эффективности функционирования денежной и платежной систем и направлено на сохранение роли центральных банков в качестве денежных эмитентов. Главные достоинства цифровых валют для розничных платежей состоят в предложении высоколиквидного, низкорискового и универсально доступного средства платежа. Основные преимущества оптовых цифровых валют заключаются в обеспечении более быстрых, безопасных и дешевых трансграничных расчетов. Среди моделей систем цифровых валют для розничных платежей (R-CBDC) модель системы с гибридной цифровой валютой характеризуется наибольшей надежностью и быстротой при обработке большого числа платежных транзакций. Это делает данные системы наиболее перспективными для внедрения. Среди моделей систем для оптовых расчетов (W-CBDC) системы с универсальной цифровой валютой наиболее подходят для устранения основных недостатков трансграничных платежей. Однако для внедрения таких систем может потребоваться большое количество технологических, управленческих и финансовых изменений в платежных системах центральных банков. В настоящее время наиболее продвинутым проектом по выпуску R-CBDC является система DCEP Народного банка Китая, которая реализована на основе модели с гибридной цифровой валютой. Проекты по выпуску W-CBDC реализуются совместными усилиями центральных банков ведущих стран, так как требуют финансовой и технологической унификации расчетов. В большинстве этих проектов предусматривается использование систем с конвертируемой или универсальной цифровой валютой.

Ключевые слова: цифровые валюты центральных банков, фиатные деньги, центробанковские деньги, модели систем цифровых валют для розничных платежей, модели систем цифровых валют для оптовых расчетов.

Введение

В последние годы цифровые информационные технологии находят все более широкое применение на финансовых рынках по всему миру. Одной из наиболее значимых современных технологий, применяемых в финансовой сфере, является технология распределенных реестров (distributed ledger technology, DLT)¹. На базе этой технологии уже выпускаются различные финансовые инструменты, формирующие новый класс финансовых активов — криптоактивов (crypto-assets), или цифровых финансовых активов (digital financial assets). Криптоактивы могут включать различные по экономической природе продукты: платежные, долевые, долговые и др. Наиболее яркими примерами таких активов являются виртуальные валюты (virtual currencies)², в том числе криптовалюты (cryptocurrencies)³ и стейблкоины (stablecoins)⁴, а также цифровые токены (digital tokens), включающие ценные бумаги или их производные (security tokens)⁵. В настоящее время криптоактивы выпускаются либо в децентрализованных системах, либо в централизованных системах частными эмитентами, как правило финансовыми или технологическими компаниями.

Так же как в случае с частными эмитентами, для центральных банков (ЦБ) существует множество направлений использования технологии DLT в своей деятельности — от оптимизации расчетов на рынке ценных бумаг до выпуска облигаций и управления оборотом денежных средств⁶. Тем не менее одним из ключевых направлений применения технологии распределенных реестров для ЦБ является

¹ Термин «распределенные реестры» означает децентрализованную или распределенную систему учета данных по финансовым операциям, состоящую из выстроенных по определенным правилам цепочек из формируемых блоков транзакций. Ключевыми особенностями технологии распределенных реестров являются: 1) децентрализованное распределение равнозначных копий данных между участниками системы; 2) совместное использование и синхронизация данных в системе согласно алгоритму консенсуса; 3) отсутствие администратора, ответственного за генерирование, управление и передачу данных.

² Виртуальная валюта представляет собой цифровое выражение стоимости (ценности), которая может покупаться и продаваться, а также функционировать в качестве: 1) средства обмена, и/или 2) счетной единицы, и/или 3) средства сохранения стоимости, — но не имеет законного статуса в какой-либо юрисдикции (то есть не является с нормативной точки зрения законным средством платежа в национальных юрисдикциях). Подробнее см.: [Кочергин, 2017].

³ Криптовалюты являются децентрализованной разновидностью виртуальных валют. Они выпускаются на блокчейне и являются по своей природе распределенными и одноранговыми. В этой связи у криптовалют нет четко идентифицируемых эмитентов или централизованных администраторов, отвечающих за объемы эмиссии или осуществляющих управление и контроль за оборотом криптовалюты. В экономическом смысле криптовалюты не олицетворяют денежное обязательство какого-либо эмитента.

⁴ Стейблкоины представляют собой цифровые активы, которые: 1) выпускаются идентифицированным эмитентом на блокчейне в форме обращающихся цифровых обязательств или депозитарных расписок; 2) поддерживают стабильность обменного курса за счет привязывания к базовому низковолатильному денежному или товарному обеспечению или посредством применения алгоритмических технологий; 3) могут использоваться в качестве средства сбережения, а также средства обмена и/или средства платежа у лиц, отличных от эмитента. Подробнее см.: [Кочергин, 2020].

⁵ Цифровые токены являются цифровыми активами, которые предоставляют своим держателям определенные экономические и/или финансовые права, такие как право на определенные активы, продукты или услуги (или право доступа к продуктам, услугам или платформам).

⁶ Central Banks and Distributed Ledger Technology: How are Central Banks Exploring Blockchain Today? (2019) *World Economic Forum, White Paper*. March. 14 p.

выпуск центробанковских цифровых валют, которые могут использоваться как в национальных розничных платежах, так и в трансграничных расчетах. Выпуск цифровых валют центральных банков (central bank digital currency, CBDC) предусматривает не столько модернизацию существующих технологий предоставления центробанковских расчетно-платежных услуг, сколько внедрение в денежное обращение новой формы денег, ведущее к повышению эффективности функционирования современных денежных систем. Широкое внедрение центробанковской цифровой валюты может привести не только к глобальным изменениям в платежных, клиринговых и расчетных механизмах, но и повлиять на состав денежной базы и структуру денежной массы, изменить функции коммерческих банков и компетенции центральных банков в денежной и платежной системах, а также оказать влияние на проведение денежно-кредитной и макропруденциальной политики.

Научный интерес к изучению вопросов выпуска центробанковских цифровых валют продиктован новыми возможностями, которые открывает технология распределенных реестров для создания новых денежных форм и повышения эффективности функционирования денежно-кредитной и платежной систем. Основными драйверами роста интереса к внедрению центробанковских цифровых валют выступают следующие факторы: риски глобального распространения частных виртуальных валют, способных повсеместно снизить спрос на центробанковские деньги; потребность в инновациях в сфере денежного обращения и платежных систем, направленных на повышение эффективности и надежности розничных расчетов в условиях широкой цифровизации экономической деятельности хозяйствующих субъектов; необходимость в расширении и совершенствовании инструментария денежно-кредитной политики и др.

Особое внимание к развитию центробанковских цифровых валют сопровождается обеспокоенностью со стороны национальных центральных банков и международных финансовых институтов, таких как Международный валютный фонд (МВФ), Банк международных расчетов (БМР), Европейский центральный банк (ЕЦБ) и др., падением спроса на центробанковские деньги и растущей ролью криптовалют и частных стейблкоинов в национальных денежных системах⁷. Криптовалюты, такие как Bitcoin, Ethereum и др., а также частные стейблкоины, например Tether, Diem (Libra) и др., обеспеченные фиатными деньгами или другими активами, могут в перспективе стать распространенными средствами платежа и сбережения при условии урегулирования вопросов, связанных с их правовым статусом и снижением ценовой волатильности. Кроме того, последствия глобального экономического кризиса 2020–2021 гг., обусловленные пандемией COVID-19, могут существенно изменить отношение населения, институциональных инвесторов и денежных регуляторов к наличным деньгам, ускорив вытеснение из обращения физических знаков стоимости.

В этих условиях научные исследования вопросов целесообразности выпуска цифровых валют центральными банками, форм эмиссии, а также экономических последствий внедрения центробанковских цифровых валют приобретают особую актуальность и практическую значимость. Цель статьи состоит в определении возможных форм эмиссии цифровых валют центральных банков и сценариев их инте-

⁷ См., например: Statement on Crypto-Assets. URL: https://www.bis.org/publ/bcbs_nl21.htm (дата обращения: 20.06.2020).

грации в современную денежно-кредитную и платежную системы. Для достижения поставленной цели используются методы анализа и синтеза, благодаря которым обеспечивается системный подход к изучению и моделированию систем CBDC.

В рамках исследования решаются следующие задачи: определяется экономическая природа и предлагается классификация цифровых валют, раскрываются принципы функционирования и выясняются последствия внедрения различных моделей систем центробанковских цифровых валют, определяются возможные сценарии интеграции цифровых валют в современную денежную систему, выявляются функциональные особенности современных проектов по выпуску центробанковских цифровых валют.

1. Интерпретация и ключевые особенности цифровых валют центральных банков

С теоретической точки зрения появление центробанковских цифровых валют может быть объяснено в рамках дальнейшего развития теории требования или кредитной теории денег. Интерпретация денег в рамках этой теории основывается на идее, что деньги независимо от их специфической формы или субстанции всегда являются символическим требованием на товары. Как отмечал Дж. М. Кейнс, деньги являются социально созданной абстрактной стоимостью, то есть покупательной способностью, выраженной в счетной денежной единице [Keynes, 1930]. В теории Кейнса социальные и политические отношения между эмитентами и пользователями денег играют главенствующую роль в процессе создания денег. Эмитенты устанавливают как «описание» денег (счетную денежную единицу), так и форму денег, соответствующую описанию. В результате ценность денег проистекает из долгов/кредитов, которые лежат в их основе, а также из социального соглашения между экономическими агентами рассматривать такие требования, как деньги. Это социальное соглашение неизменно поддерживается государством, которое определяет то, что считается деньгами в рамках национальной юрисдикции.

Наиболее ярким воплощением теории требования (кредитной теории) стала государственная теория денег Г. Кнаппа. В рамках данной теории деньги прежде всего рассматриваются как деньги правительственного указа, или хартальные деньги. Государство определяет, в каких формах выпускаются деньги и какие деньги являются законным средством платежа [Knapp, 1924]. Государственная теория денег, подвергшаяся резкой критике в экономической науке в начале XX в., получила не только теоретическое развитие, но и эмпирическое подтверждение на протяжении XX в. Государственная теория денег, а также работы по природе денег А. М. Иннеса, в которых природа денег определяется как исключительно кредитная [Innes, 1913; 1914], легли в основу современной интерпретации денег представителями «новой денежной теории», или «современной монетарной теории» (New Monetary Theory, ММТ). Согласно Л. Р. Рэю, одному из последовательных сторонников ММТ, государство выпускает деньги в обращение, чтобы профинансировать свои расходы, а затем изымает их излишки посредством сбора налогов. При этом налоговые долги перед государством могут быть оплачены только в результате получения денег в результате экономической деятельности (денег, которые будут приниматься в налоговых платежах) [Wray, 2015].

Необходимо отметить, что во всех развитых странах с конца XIX в. и на протяжении XX в. происходил постепенный, но неизбежный процесс перехода от использования полноценных денег (металлических денег) к неполноценным разменным деньгам (банкнотам, размениваемым на золото) и далее к использованию неполноценных неразменных денег (фидуциарным, или фиатным)⁸. Хотя изначально фиатные деньги эмитировались государством в лице центрального банка только в форме казначейских билетов, со временем кредитные деньги, выпускаемые кредитными учреждениями, утратили свои характерные особенности и также стали фиатными. В настоящее время центральные банки не только непосредственно эмитируют наличные деньги, но и поддерживают доверие к безналичным деньгам (депозитным и электронным), создаваемым кредитными учреждениями. Можно сказать, что в основе покупательной способности современных фиатных денег лежит доверие не просто к их эмитенту, но и к государственной денежной системе в целом [Грищенко, 2019]. Однако, несмотря на наличие доверия, важным условием использования фиатных денег (прежде всего наличных денег) являются законодательные нормы, которые обязывают экономических агентов принимать их во всех типах платежей. В целом государственная теория денег может не только лежать в основе объяснения перехода к использованию фиатных денег в XX в., но и применяться для обоснования современного процесса цифровизации фиатных денег, выпускаемых центральными банками, с целью сохранения роли государства в процессе создания денег и повышения контроля за их обращением в XXI в. Контроль над деньгами в современных условиях имеет не только очевидные экономические причины, но и носит безусловный политический характер [Ingham, 2020].

Появление цифровых валют центральных банков также неразрывно связано с социально-экономическими процессами, обуславливающими развитие фиатных денег. Долгое время наличные деньги были наиболее универсальной формой фиатных денег. Однако в последние годы в большинстве стран мира наблюдается объективный процесс падения спроса на наличные деньги как средство платежа⁹. Это обусловлено широкой электронизацией денежной сферы, позволившей кредитным учреждениям в 2000-х годах внедрить новые платежные инструменты и технологии, которые сделали платежи безналичными денежными средствами более быстрыми, удобными, безопасными и универсальными¹⁰. Последнее особенно важно для расчетов в сетях электронной и мобильной коммерции. В то же время в большинстве развитых стран у экономических агентов сохраняется

⁸ Переход от металлических денег к фиатным деньгам состоял в последовательной отмене золотого обеспечения эмиссии денежных знаков, отказе от фиксированных курсов обмена бумажных денег на золото, демонетизации золота, а также усилении эмиссионной и регуляторной функций государства в качестве денежно-кредитного регулятора. Формальным началом этого процесса можно считать появление в XVII в. в Швеции и Англии первых национальных банков, получивших право сбора налогов и выпуска банкнот, в обмен на обязанность предоставлять кредиты казне, а также введение в Англии в 1844 г. института эмиссионного права. Финальным этапом перехода к использованию фиатных денег можно считать принятие в 1976 г. Ямайской валютной системы.

⁹ Подробнее см.: Estimate of the Share of Cash in Total Payment Transaction in 38 Countries of Europe in 2019. URL: <https://www.statista.com/statistics/1112656/cash-use-in-europe-by-country/> (дата обращения: 25.06.2020).

¹⁰ Использование наличных денег в качестве средства платежа за товары и услуги практически во всех развитых странах и крупнейших странах с формирующимися рынками сокращалось на протяжении последних лет (2006–2020 гг.) в среднем на 6 % ежегодно [Khiaonrong, Humphrey, 2019].

стабильный спрос на использование наличных денег в качестве средства сбережения¹¹. Это происходит по причине безрисковости наличных денег, даже несмотря на отсутствие процентного дохода по остаткам наличных. В этой связи выпуск центральными банками денег в цифровой форме может нивелировать множество недостатков современных наличных денег, в том числе высокие общественные издержки их использования¹², и стимулировать спрос на центробанковские деньги как безрисковое средство платежа и сбережения среди широкого круга лиц. Кроме того, спрос на безрисковое универсальное цифровое средство платежа может в ближайшие годы у экономических агентов возрасти в условиях широкого распространения в платежах частных стейблкоинов и криптовалют, которые являются рисковыми и не имеют универсального применения.

В настоящее время не существует унифицированного определения цифровых валют центральных банков. Некоторые исследователи определяют цифровые валюты центральных банков как «цифровой актив, выпускаемый центральным банком с целью осуществления платежей и расчетов в розничных или оптовых транзакциях»¹³. Другие экономисты определяют центробанковскую цифровую валюту как «одну из форм денег центрального банка, обрабатываемую с помощью электронных устройств, которая широко доступна для использования» [Bindseil, 2020, p. 4]. Современные интерпретации цифровой валюты направлены на подчеркивание ее особого статуса. Так, экономисты Банка международных расчетов определяют цифровую валюту как «выпущенные центральным банком цифровые деньги, деноминированные в национальной счетной единице, в форме обязательства центрального банка» [Boar, Wehrli, 2021, p. 4]. По нашему мнению, *цифровую валюту центральных банков можно определить как электронное обязательство ЦБ, выраженное в национальной счетной единице и выступающее как средство платежа и средство сбережения.*

В табл. 1 представлены возможные характеристики центробанковских цифровых валют.

Как видно из табл. 1, ключевыми особенностями цифровых валют являются: 1) наличие денежного обязательства центрального банка, которое является универсально принимаемым в качестве средства платежа; 2) присутствие централизованного регулятора, который определяет порядок и условия эмиссии цифровой валюты, регулирует объем предложения цифровой валюты и выступает кредитором в последней инстанции; 3) наличие разнообразия в эмиссионно-учетных технологиях, которые могут использоваться при выпуске и обращении цифровой валюты (в частности, предусматривающих возможность начисления процентного дохода на денежные остатки). В связи с отмеченными выше особенностями цифровых валют следует указать на основные отличия цифровых валют от других форм современных денег.

¹¹ Хотя долгосрочный тренд в спросе на наличные деньги обычно коррелирует с темпами роста ВВП, в ряде развитых стран, таких как Япония, Германия, США, Великобритания и др., объем наличных денег в обращении в течение последних 15 лет последовательно возрастал, несмотря на меняющуюся динамику национального дохода. Подробнее см.: [Khiaonarong, Humphrey, 2019].

¹² См.: [Schmiedel, Kostova, Ruttenberg, 2012].

¹³ Retail CBDCs: The Next Payments Frontier. (2019) *IBM Blockchain World Wire, Official Monetary and Financial Institutions Forum (OMFIF)*. P. 2.

Таблица 1. Основные характеристики центробанковских цифровых валют в сравнении с современными денежными формами и криптовалютами

Характеристики	Цифровые валюты*	Наличные деньги	Банковские резервы (средства кредитных учреждений на счетах в ЦБ)	Депозитные деньги	Криптовалюты (на примере Bitcoin)
Наличие денежного обязательства	Да	Да	Да	Да	Нет
Юридический статус эмитента	ЦБ	ЦБ	ЦБ	Кредитный институт	Эмиссия децентрализованная
Эмиссионная технология	На основе цифровых токенов/ счетов	На основе физических знаков стоимости (токенов)	На основе счетов	На основе счетов	На основе цифровых токенов
Универсальность приема	Универсальная (в системах розничных платежей)	Универсальная	Не является универсальной	Широко используемая	Может быть широко используемой (при наличии правовых норм)
Процентный доход	Возможен	Невозможен	Возможен	Возможен	Невозможен

Примечание. * — характеристики являются вероятностными по причине отсутствия в настоящий момент центробанковских цифровых денег в обращении.

Во-первых, центробанковские цифровые валюты следует отличать от двух традиционных форм центробанковских денег — наличных денег и банковских резервов (средств кредитных учреждений на счетах в ЦБ)¹⁴. Цифровые валюты могут комбинировать характеристики традиционных центробанковских форм. Например, центробанковские цифровые валюты могут универсально приниматься, подобно наличным деньгам, и в то же время выпускаться на электронной основе, как в случае с банковскими резервами. Во-вторых, цифровые валюты центральных банков следует дифференцировать от депозитных и электронных денег кредитных учреждений. Несмотря на схожую форму хранения на счетах или на электронных информационных носителях, цифровые валюты являются обязательствами центрального банка, в то время как депозитные и электронные деньги воплощают обязательства коммерческих банков или иных кредитных институтов¹⁵. В-третьих, несмотря на возможность использования схожей эмиссионно-учетной технологии, цифровые валюты центральных банков также отличаются от криптовалют или

¹⁴ Central Bank Digital Currencies. (2018) *Bank for International Settlements Report. Committee on Payments and Market Infrastructures*, no. 174. 28 p.

¹⁵ Цифровые валюты центральных банков можно рассматривать как эквивалент термину «электронные деньги» в экономическом смысле в том случае, если они выпускаются в открыто циркулирующих системах и их эмитентом является денежно-кредитный регулятор. Подробнее см.: [Кочергин, 2011].

стейблкойнов¹⁶ в силу воплощения в цифровой валюте денежного обязательства денежно-кредитного регулятора, которое ни криптовалюты, ни стейблкойны не воплощают. В этой связи центробанковская цифровая валюта, в отличие от криптовалют или стейблкойнов, может выступать в качестве законного средства платежа в рамках национальной юрисдикции и являться обязательной к приему в расчетах между всеми экономическими агентами. Таким образом, важно подчеркнуть исходное положение, которое мы будем в дальнейшем использовать при рассмотрении различных моделей систем центробанковских цифровых валют. Цифровые валюты являются цифровыми деньгами центрального банка.

На рис. 1 представлена диаграмма, позиционирующая цифровые валюты среди других современных денежных форм, которые сгруппированы по институциональному признаку (типу денежного эмитента, осуществляющему денежную эмиссию).

Как видно на рис. 1, цифровые валюты центральных банков можно рассматривать в качестве новой, третьей формы центробанковских денег. Так, центробанковские цифровые валюты занимают промежуточное место между наличными деньгами и банковскими резервами, выступая при этом наравне с наличными деньгами второй универсально принимаемой формой денег ЦБ. Однако, что более важно, цифровую валюту следует интерпретировать как новую форму фиатных денег, которая может внедряться в качестве дополнения к наличным и безналичным деньгам (депозитным и электронным деньгам кредитных учреждений) или как замена наличных денег в обращении. Появление центробанковских цифровых валют не приводит к трансформации современной фидуциарной денежной системы, так как социально-экономическая природа денег в связи с появлением центробанковских цифровых валют не меняется. Деньги остаются фиатными. В то же время выпуск цифровых валют знаменует новый этап в их развитии. Этот этап характеризуется повышением универсальности и безопасности, а также снижением издержек платежей государственными деньгами. Кроме того, выпуск цифровых валют направлен на повышение эффективности функционирования денежной и платежной системы. В результате впервые в истории денег универсально используемое обязательство центрального банка и один из главных компонентов денежной базы приобретает цифровую форму, а денежные функции информатизируются.

2. Модели систем цифровых валют для розничных платежей

В настоящее время можно выделить два основных типа центробанковской цифровой валюты¹⁷: 1) для розничных (общецелевых)¹⁸ платежей; 2) для оптовых (специальных)¹⁹ расчетов. Для организации эмиссии и расчетов цифровой валютой каждого типа необходимо создать свою эмиссионно-расчетную систему, в которой денежные требования эмитента выпускаются, хранятся, передаются и возвращаются, а также экономические функции, которые выполняют участники системы расче-

¹⁶ Подробнее см.: [Houben, Snyers, 2020].

¹⁷ Central Bank Digital Currencies (2018).

¹⁸ Общечелевые платежи — это платежи универсального назначения, осуществляемые между физическими лицами, юридическими лицами и банками.

¹⁹ Специализированные платежи — это платежи лимитированного целевого назначения, осуществляемые между центральными банками или между ЦБ и коммерческими банками.



Рис. 1. Место центробанковских цифровых валют в структуре современных денежных форм

Примечания. * — криптовалюты выпускаются на децентрализованной основе. В большинстве случаев криптовалюты не рассматриваются центральными банками в качестве денег и не имеют статуса законного средства платежа в какой-либо юрисдикции. Тем не менее криптовалюты могут выполнять в той или иной степени основные денежные функции в силу доверия экономических агентов к автономной децентрализованной организации, которая управляет консенсусным протоколом в криптовалютной системе (DLT-протокол), а также социального соглашения, достигаемого между участниками криптовалютной системы по взаимному признанию криптовалют в качестве средства платежа; ** — стейблкоины характеризуются сложной типологией. Они могут выпускаться как на децентрализованной, так и на централизованной основе. В основе обеспечения их ценовой стабильности могут использоваться долговые, залоговые или алгоритмические механизмы. В случае централизованной эмиссии гарантом стоимости стейблкоинов являются либо их эмитенты (финтех- или биттех-компании), либо принадлежащие им активы.

тов. В экономической науке пока отсутствует унифицированное представление о том, в рамках какой модели эмиссионно-расчетной системы выпуск центробанковских цифровых валют является наиболее предпочтительным. По всей видимости, только эмпирический опыт эмиссии и использования цифровых валют позволит сделать вывод о том, какие эмиссионные модели и для каких ЦБ наиболее применимы.

Технологически эмиссия цифровых валют может быть осуществлена либо в форме выпуска цифровых токенов²⁰, либо в форме учетных записей на расчетных счетах (см. рис. 1). Ключевое различие между деньгами на основе токенов и счетов заключается в форме проверки их подлинности (валидации), необходимой при осуществлении обменной операции. Так, использование денег на основе токенов зависит от способности получателя платежа проверить действительность платежного токена. Напротив, применение денег, хранимых на счетах, зависит от возможности идентификации и аутентификации личности владельца счета.

В общем виде эмиссионно-расчетные модели систем цифровых валют для розничных платежей могут отличаться не только по особенностям валидации денежных обязательств, но и по характеру инициирования транзакций и идентификации контрагентов. В общем виде можно выделить три основных эмиссионно-расчетных модели систем цифровых валют для розничных платежей (рис. 2–4). Центральный банк во всех трех моделях является единственным институтом, который может выпускать и выкупать цифровые валюты. Следует отметить, что все три модели систем R-CBDC могут быть реализованы на основе либо учетных счетов (DLT-счета), либо цифровых токенов (DLT-токены) и могут функционировать в различных инфраструктурах. Ключевые различия состоят в природе денежного требования, методе его хранения центральным банком, а также функциях, которые выполняют центральный банк, кредитные учреждения и финансовые посредники.

В любой из моделей R-CBDC можно выделить три уровня институтов, участвующих в функционировании системы цифровых валют. Нулевой уровень — институты, которые могут выпускать, передавать и выкупать цифровые валюты. Во всех моделях, как правило, такими институтами являются центральные банки. Первый уровень — уполномоченные или привилегированные институты, которые могут взаимодействовать с институтами нулевого уровня (центральными банками), сохраняя и осуществляя трансферты цифровой валюты. В большинстве случаев такими институтами являются специализированные банки или провайдеры платежных услуг, имеющие доступ к системам оптовых расчетов ЦБ. Второй уровень — институты или персоналии, которые могут взаимодействовать с учреждениями первого уровня, сохраняя и передавая цифровые валюты в платежах между собой. В большинстве случаев представителями этого уровня являются пользователи цифровых валют — физические лица (розничные платильщики) и юридические лица (предприятия торговли и сферы услуг).

2.1. Модель 1. Система с синтетической R-CBDC

Первую модель системы R-CBDC можно назвать системой с синтетической²¹ цифровой валютой (рис. 2). В данной модели цифровая валюта представляет собой денежные требования к посредникам (CBDC-банк X и CBDC-банк Y), а центральный банк отслеживает состояние счетов по оптовым платежам.

²⁰ Цифровой токен в системах CBDC может являться цифровой формой выражения национальной валюты (цифровым знаком стоимости) в форме электронного денежного обязательства ЦБ, который может использоваться в розничных платежах по аналогии с наличными деньгами.

²¹ Термин «синтетическая CBDC» (synthetic CBDC) используют исследователи [Adrian, Mancini-Griffoli, 2019]. Данный термин эквивалентен понятию «опосредованная CBDC» (indirect CBDC), применяемому в исследованиях экономистами [Kumhof, Noone, 2018].

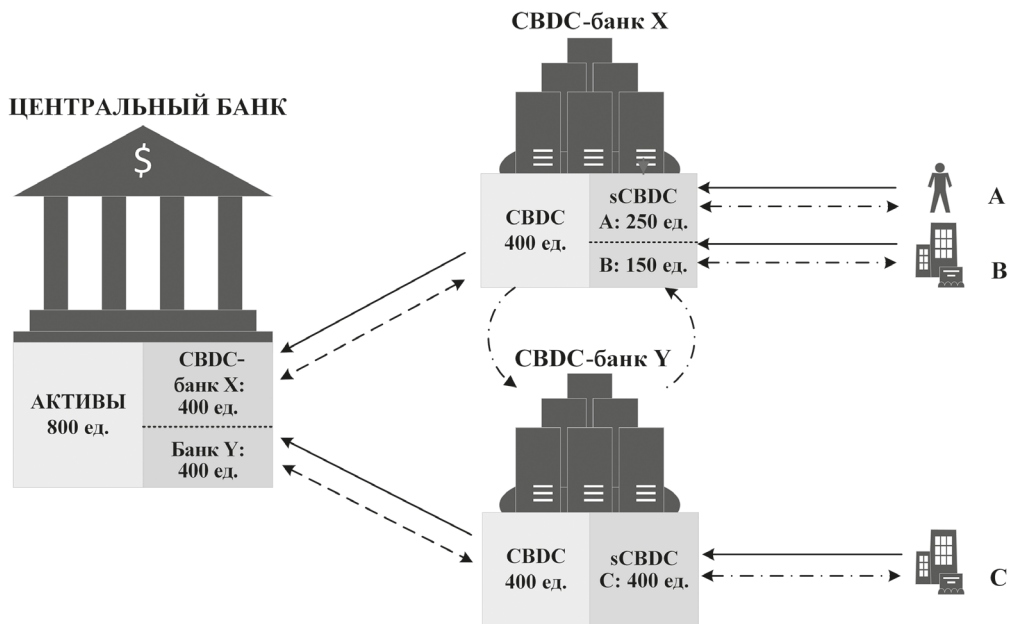


Рис. 2. Схема системы с синтетической R-CBDC: \leftarrow — перевод денежных требований; \leftrightarrow — коммуникации в режиме реального времени; \dashrightarrow — коммуникации в отложенном режиме; А — физические лица; В, С — торговые и сервисные компании

Примечания. 1) sCBDC являются требованием на финансового посредника (производным от требования CBDC); 2) финансовые посредники следят за соблюдением процедуры KYC и обрабатывают розничные платежи; 3) ЦБ производит окончательный расчет по оптовым платежам.

Составлено по: [Auer, Böhme, 2020; Calle, Eidan, 2020]; Central Bank Digital Currency: Opportunities, Challenges and Design. (2020) Bank of England, Discussion Paper, March. 57 p.

Как видно на рис. 2, в модели системы с синтетической R-CBDC центробанковская цифровая валюта для потребителей не представляет собой прямое требование к центральному банку. Вместо этого посредники (CBDC-банк X и CBDC-банк Y) несут полную финансовую ответственность за каждую единицу невозмещенной синтетической цифровой валюты (sCBDC) перед потребителями (А, В, С). Финансовая ответственность посредника гарантируется за счет хранения эквивалентного объема цифровой валюты (или другой формы центробанковских денег) на счетах в центральном банке. Так же как в современных денежно-кредитных системах развитых стран, финансовые посредники обрабатывают все коммуникации с розничными потребителями, осуществляют платежный клиринг, отправляют платежные сообщения другим посредникам и платежные инструкции для проведения окончательных оптовых расчетов ЦБ по счетам R-CBDC.

Кроме удобства перекалывания части расчетных функций на финансовых посредников, системы с синтетической R-CBDC также освобождают центральный банк от ответственности за разрешение финансовых споров, идентификацию клиентов и сопутствующие услуги²². Эта модель как с нормативной точки зрения,

²² Требования по обязательной идентификации клиентов («know your customer», KYC) и требования по противодействию отмыванию денег («anti-money laundering», AML).

так и с точки зрения надзорного регулирования похожа на современные системы расчетов. Однако у такой модели систем центробанковских цифровых валют есть важный недостаток. Он состоит в том, что центральный банк не ведет учет индивидуальных требований, как в случае с наличными деньгами, а регистрирует только изменения в оптовых балансах. В результате ЦБ не может погашать денежные требования держателей без информации, полученной от финансовых посредников. Поэтому, если посредник столкнется со сложностями в обработке финансовой информации, для определения законного владельца цифровой валюты может потребоваться длительная и дорогостоящая судебная процедура с неопределенным исходом.

2.2. Модель 2. Система с прямой или одноуровневой R-CBDC

Вторую модель R-CBDC можно назвать системой с прямой или одноуровневой цифровой валютой (рис. 3). В данной модели цифровая валюта представляет собой прямое денежное требование к центральному банку, который ведет учет всех балансов по счетам розничных платежей и обновляет их при каждой транзакции.

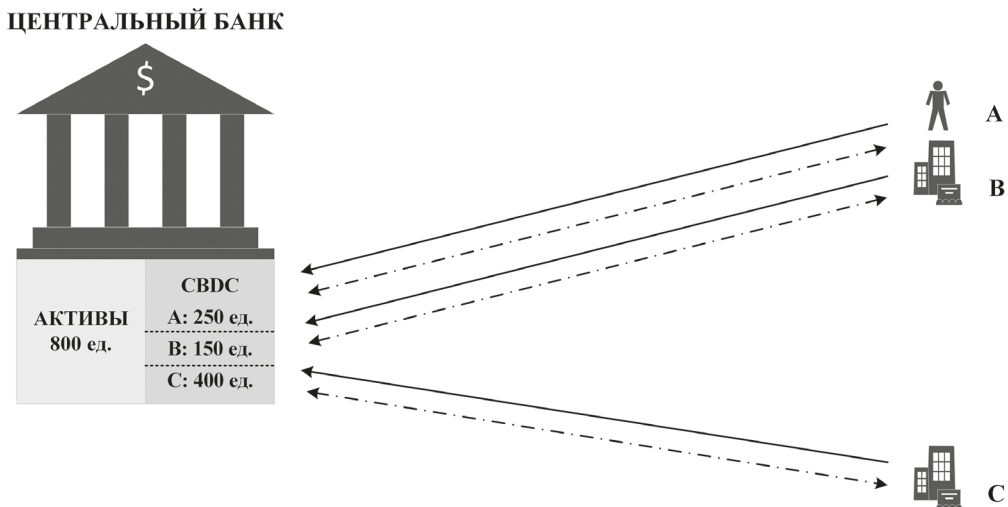


Рис. 3. Схема системы с прямой или одноуровневой R-CBDC: ← — перевод денежных требований; ↔ — коммуникации в режиме реального времени; А — физические лица; В, С — торговые и сервисные компании.

Примечания. 1) CBDC являются требованием на центральный банк; 2) центральный банк следит за соблюдением процедуры AML/KYC; 3) ЦБ обрабатывает розничные платежи.

Составлено по: [Auer, Böhme, 2020; Calle, Eidan, 2020]; Central Bank Digital Currency: Opportunities, Challenges and Design.

Как видно на рис. 3, модель системы с прямой R-CBDC привлекательна своей простотой, поскольку устраняет зависимость ЦБ при проведении расчетов от каких-либо финансовых посредников. Однако использование такой модели влечет за собой и определенные компромиссы в отношении надежности, скорости и эффективности функционирования платежной системы. Во-первых, создание и эксплуа-

тация технически сложных разветвленных платежных систем, как показала практика, лучше реализуется частными институтами и компаниями (например, функционирование систем расчетов по кредитным или дебетовым картам). Во-вторых, даже если центральный банк создаст необходимые технологические возможности для выпуска цифровой валюты, последняя может оказаться менее привлекательной для потребителей, нежели существующие розничные платежные инструменты в рамках традиционных платежных систем. Дело в том, что для электронных платежей характерны временные сетевые сбои и перевод критически важных расчетов в оффлайновый режим. Так, финансовые посредники в результате обязательной идентификации клиентов могут принимать на себя соответствующие риски. В противном случае ЦБ необходимо будет взять на себя ответственность за процедуру обязательной идентификации клиентов и их надлежащую проверку, что потребует масштабного расширения функций, осуществляемых ЦБ, за рамки нынешних компетенций.

2.3. Модель 3. Система с гибридной R-CBDC

Третья модель R-CBDC представляет собой систему с гибридной цифровой валютой (рис. 4). В данной модели цифровая валюта представляет собой прямые денежные требования к ЦБ, но платежи обрабатывает не сам центральный банк, а финансовые посредники.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БАНК

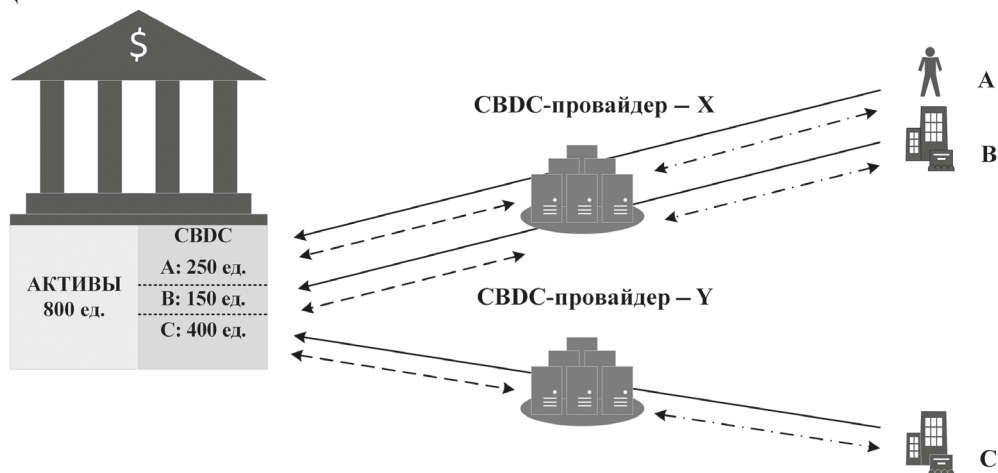


Рис. 4. Схема системы с гибридной R-CBDC: \leftarrow — перевод денежных требований; $\leftarrow\rightarrow$ — коммуникации в режиме реального времени; $\leftarrow\text{---}\rightarrow$ — коммуникации в отложенном режиме; А — физические лица; В, С — торговые и сервисные компании.

Примечания. 1) CBDC являются требованиями на центральный банк; 2) финансовые посредники следят за соблюдением процедур AML/KYC и обрабатывают розничные платежи; 3) ЦБ периодически записывает балансовые результаты по розничным платежам.

Составлено по: [Auer, Böhme, 2020; Calle, Eidan, 2020]; Central Bank Digital Currency: Opportunities, Challenges and Design.

Как видно на рис. 4, модель системы с гибридной R-CBDC объединяет элементы систем как с синтетической, так и с прямой центробанковской цифровой валютой. В системе с гибридной R-CBDC прямое требование к центральному банку комбинируется с использованием механизма информационных сообщений, предоставляемого финансовыми учреждениями или провайдерами платежных услуг (CBDC-провайдер — X и CBDC-провайдер — Y). Так же как и в предшествующей модели, выпуск R-CBDC может быть основан как на использовании счетов в центральном банке, так и на применении цифровых токенов.

Первым ключевым элементом системы с гибридной R-CBDC является правовая база, которая создает условия для раздельного хранения требований к ЦБ и платежных балансов провайдеров платежных услуг. Так, если провайдер платежных услуг сталкивается с финансовыми сложностями, то средства, хранимые в цифровой валюте, не должны рассматриваться как часть его имущества и не должны быть доступными для кредиторов.

Нормативная база должна также давать центральному банку возможность переклывать розничных пользователей с ненадежного провайдера платежных услуг на провайдера, заслуживающего доверие.

Вторым ключевым элементом является техническая возможность обеспечения защиты и мобильности активов. Важным условием стабильности систем R-CBDC является поддержание бесперебойности осуществления розничных платежей. Поэтому, когда у какого-либо из провайдеров платежных услуг возникает технический сбой, центральный банк должен обладать возможностями для восстановления балансов по розничным платежам в цифровой валюте. Таким образом, ЦБ должен хранить копию записей о всех средствах в R-CBDC, что позволит ему переносить средства в цифровой валюте от одного провайдера платежных услуг к другому в случае возникновения технических сбоев.

По аналогии с другими моделями систем R-CBDC система с гибридной центробанковской цифровой валютой будет иметь как преимущества, так и недостатки в сравнении с системами с синтетической и прямой центробанковской валютой. Система с гибридной R-CBDC может предложить лучшую устойчивость, чем модель с синтетической цифровой валютой, но за счет организации более сложного для ЦБ управления инфраструктурой. В то же время в рамках системы с гибридной R-CBDC центральному банку проще работать, чем в рамках модели с прямой цифровой валютой. Так как ЦБ не напрямую взаимодействует с розничными пользователями, он может сосредоточиться на ограниченном числе основных функциональных и управленческих процессов, в то время как финансовые посредники будут непосредственно предоставлять платежные услуги, включая мгновенное подтверждение платежей.

Отдельное внимание следует уделить сценариям интеграции R-CBDC в современные денежную и платежную системы. Основываясь на анализе различных подходов к эмиссии цифровых валют для розничных платежей, можно выделить три основных сценария интеграции R-CBDC: 1) замена наличных денег; 2) дополнение к наличным; 3) параллельное обращение с наличными деньгами (табл. 2).

Как видно из табл. 2, в зависимости от формы и способа интеграции цифровых валют они могут оказывать различное влияние как на денежно-кредитную систему, так и на денежно-кредитную политику ЦБ. В случае замены наличных денег

Таблица 2. Сценарии интеграции цифровых валют для розничных платежей

Способ интеграции цифровых валют	Описание интеграционного сценария	Преимущественные характеристики цифровой валюты	Влияние на денежно-кредитную систему	Влияние на денежно-кредитную политику ЦБ
Замена наличных денег (конкуренция и замещение наличных денег в обращении)	Переход от наличных денег к цифровой валюте ЦБ	Удобство использования и возможная анонимность в платежах	Замена компонента в агрегате M0	Незначительное
Дополнение к наличным деньгам (конкуренция с платежными системами)	Отток средств с текущих счетов в цифровую валюту ЦБ	Удобство использования при оплате и повышение стабильности в функционировании платежных систем	Возможное влияние на структуру компонентов в агрегате M1	Значительное: рост роли ЦБ на рынке платежных систем
Параллельное обращение с наличными деньгами (конкуренция с депозитами в коммерческих банках)	Отток средств с депозитов в цифровую валюту ЦБ	Удобство использования при оплате и возможное начисление процентных вознаграждений	Возможное влияние на структуру и объем компонентов денежных агрегатов M1 и M2	Значительное: изменение пассивов ЦБ и коммерческих банков

Составлено по: [Киселев, 2019; Кочергин, Янгирова, 2019].

цифровыми деньгами влияние на денежно-кредитную систему будет незначительным, поскольку такое замещение приведет в простой замене основного компонента денежного агрегата M0. Более значительный эффект будет наблюдаться, когда цифровые валюты станут выпускаться как дополнение к наличным деньгам или иметь параллельное с ними обращение. В этом случае могут измениться структура денежной массы (агрегаты M1 и M2) и балансовые показатели центрального банка, коммерческих банков и нефинансовых институтов²³.

В случаях, когда цифровые валюты будут выпускаться как дополнение к наличным деньгам или иметь параллельное с ними обращение, влияние на денежно-кредитную политику ЦБ может оказаться существенным. Наиболее вероятно, что это влияние будет выражаться в снижении кредитного портфеля коммерческих банков и росте кредитования со стороны ЦБ, а также усилении роли центральных банков в национальных платежных системах²⁴.

3. Модели систем цифровых валют для оптовых расчетов

Модели систем цифровых валют для оптовых расчетов и сценарии интеграции W-CBDC в современные платежные системы являются наиболее сложными с технологической точки зрения. В то время как цифровые валюты для рознич-

²³ Подробнее см.: [Meaning et al., 2018; Agur, Ari, Dell’Ariccia, 2019].

²⁴ Подробнее см.: [Mancini-Griffoli et al., 2018; Juks, 2018].

ных платежей призваны преимущественно заменить расчеты наличными деньгами²⁵, цифровые валюты для оптовых расчетов могут потенциально прийти на смену традиционным механизмам межгосударственных расчетов, а также трансграничным расчетам между финансовыми учреждениями. В настоящее время такие расчеты проводятся на основе корреспондентских банковских счетов и систем валовых расчетов в режиме реального времени (real-time gross settlement, RTGS), для которых применяется обмен финансовыми сообщениями в системе всемирных межбанковских финансовых телекоммуникаций (worldwide interbank financial telecommunications, SWIFT) и используется международная система конверсионных валютных операций (continuous linked settlement, CLS).

Можно выделить пять основных функциональных проблем современных трансграничных платежей, на решение которых может быть направлено создание систем W-CBDC: 1) несоответствие часов работы систем RTGS и банков в разных юрисдикциях и часовых поясах; 2) опора на многочисленных посредников (с соответствующими затратами) для трансграничных платежей и расчетов; 3) отсутствие единых, согласованных платежных стандартов (технических и операционных) и нормативных требований в разных юрисдикциях; 4) отсутствие стандартизированной возможности уведомления о состоянии платежей в общей сети обмена платежными сообщениями, используемой банками; 5) устаревшая платежная инфраструктура в сетях центральных и коммерческих банков²⁶.

Можно предположить, что разработка систем цифровых валют для оптовых расчетов W-CBDC может позволить решить ряд основных проблем современной централизованной расчетной инфраструктуры на основе систем RTGS и CLS [Bech, Faruqui, Shirakami, 2020]. Системы W-CBDC могут сделать оптовые платежи более доступными и прозрачными (или отслеживаемыми), а внедрение новых стандартов обмена сообщениями в системах цифровых валют могут привести к широкомасштабным изменениям в расчетных системах. В то же время внедрение систем W-CBDC само по себе не гарантирует автоматического достижения вышеуказанных преимуществ. Исследование особенностей различных моделей систем W-CBDC необходимо для понимания нового институционального взаимодействия и трансформации транзакционных процессов, обуславливающих функционирование цифровых валют для оптовых расчетов. Анализ ряда научных и аналитических исследований, проводимых денежными регуляторами, позволяет сделать вывод, что системы W-CBDC на первых стадиях своего развития будут параллельно функционировать с традиционными механизмами межгосударственных расчетов на основе RTGS²⁷. При этом можно выделить три основных модели систем W-CBDC, в каждой из которых может использоваться токенизированная форма денежного обязательства центрального банка (с ограниченным доступом или специализированного использования) для проведения оптовых межбанковских платежей и расчетных операций на межгосударственном уровне.

²⁵ Retail CBDCs: The Next Payments Frontier.

²⁶ The (R)evolution of Money II: Blockchain Empowered Central Bank Digital Currencies (2019). Accenture. URL: https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-105/accenture-revolution-of-money-ii-2019.pdf (дата обращения: 27.06.2020).

²⁷ Cross-border Interbank Payments and Settlements: Emerging Opportunities for Digital Transformation. (2018) *Bank of England, Bank of Canada, Monetary Authority of Singapore*, November. 68 p.; STELLA — Synchronized Cross-Border Payments. (2019) *European Central Bank, Bank of Japan*, June. 53 p.

Первая модель систем W-CBDC — это система с неконвертируемой цифровой валютой (рис. 5). В этой модели цифровые валюты для оптовых платежей могут передаваться и обмениваться только в рамках национальной юрисдикции и не могут передаваться за ее пределы. Так, каждый центральный банк создает цифровые кошельки W-CBDC только в собственной валюте. Поэтому, для того чтобы коммерческие банки смогли совершать платежи в разных валютах, им необходимо будет открыть цифровые кошельки в нескольких центральных банках. Вторая модель W-CBDC — это система с конвертируемой цифровой валютой (рис. 6). В этой модели национальная цифровая валюта может передаваться и обмениваться за пределами своей национальной юрисдикции. Коммерческие банки могут хранить несколько цифровых кошельков W-CBDC в разных валютах в своем национальном ЦБ. Третья модель представляет собой систему с универсальной цифровой валютой (U-W-CBDC), которая может быть обеспечена корзиной валют и может приниматься всеми финансовыми институтами из тех юрисдикций, которые участвуют в данной системе. Таким образом, в этой модели нет необходимости в использовании нескольких национальных цифровых валют.

Общими предпосылками для рассмотрения данных моделей являются следующие. Существуют две страны А и В. В каждой стране есть свой ЦБ (центральные банки А и В соответственно) и один или более коммерческих банков (А1, А2, В1, В2 и т.д.). Наш сценарий состоит в том, что банку А1 (банку-отправителю) в стране А необходимо совершить платеж за рубеж банку В1 (банку-получателю) в стране В. При этом банк В1 в конечном счете должен получить на свой счет валюту В. Банк А1 имеет расчетный счет в центральном банке А. Аналогичным образом банк В1 имеет расчетный счет в центральном банке В. В обеих странах есть свои национальные платформы валовых расчетов в режиме реального времени — платформы RTGS А и RTGS В соответственно. Кроме того, в обеих странах созданы системы для выпуска, обмена и возмещения центробанковской цифровой валюты W-CBDC. Мы предполагаем, что платформы W-CBDC основаны на DLT-технологии, однако возможно, что платформы W-CBDC могут создаваться и с использованием других технологий или на комбинированной основе.

3.1. Модель 1. Система с неконвертируемой W-CBDC

Каждый центральный банк выпускает свою собственную цифровую валюту W-CBDC. Цифровые валюты выдаются банкам-участникам такой системы в их юрисдикциях в обмен на средства в национальной валюте. Центральные банки А и В заключают соглашение, которое позволяет участвующим банкам из одной юрисдикции вести учетную запись W-CBDC (цифровой кошелек) в центральном банке другой юрисдикции, в соответствующей валюте. Другие банки-посредники (например, банк С1) также могут поддерживать цифровые кошельки W-CBDC в каждой юрисдикции. Это будет похоже на токенизированную версию корреспондентского банкинга, где использование цифровых токенов будет позволять центральным банкам сохранять полный контроль над денежной массой в своих странах.

Как видно на рис. 5, банк А1 и банк В1 держат кошелек W-CBDC-А в стране А и кошелек W-CBDC-В в стране В соответственно. Эти кошельки могут содержать только одну цифровую валюту. С другой стороны, банк-посредник —

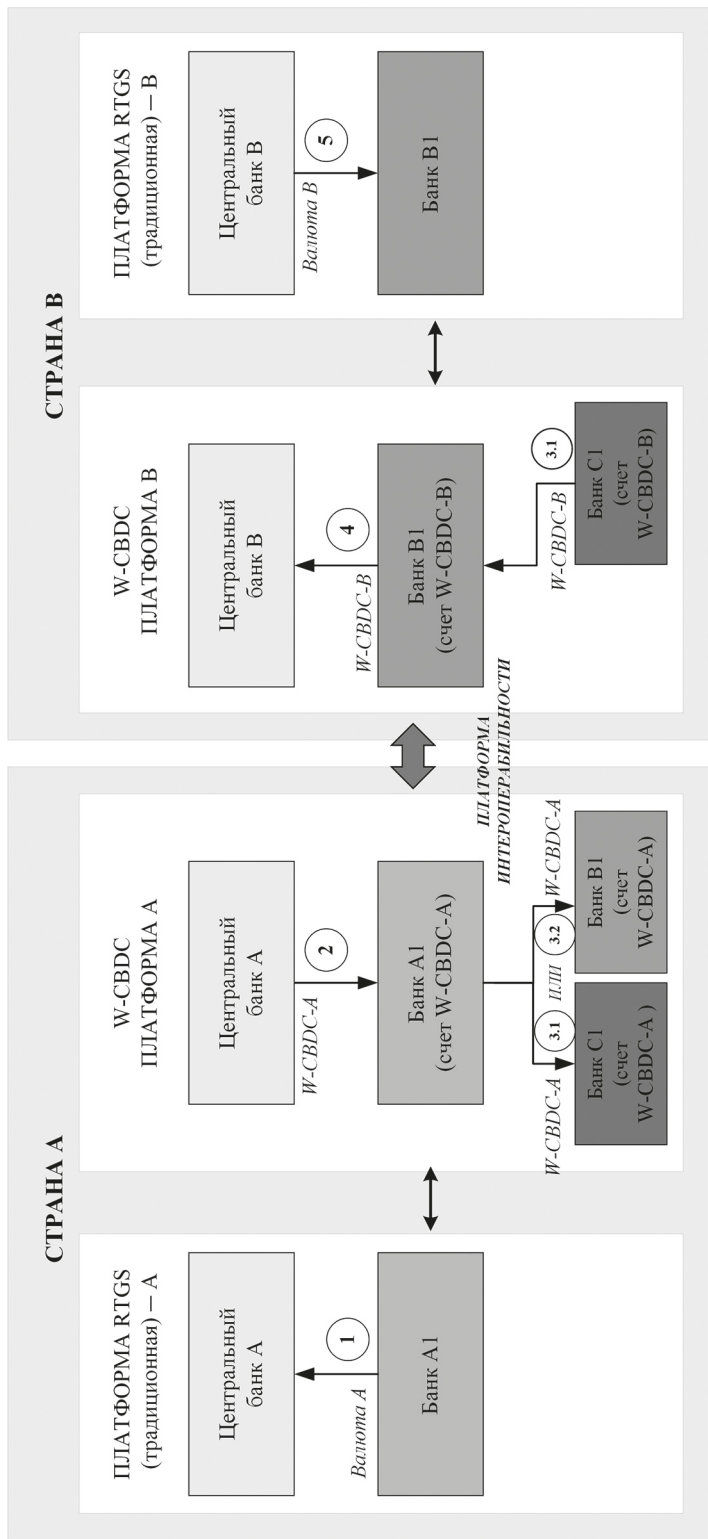


Рис. 5. Модель системы W-CBDC с неконвертируемой цифровой валютой: W-CBDC-A — цифровая валюта центрального банка А; W-CBDC-B — цифровая валюта центрального банка В; счет W-CBDC-A — цифровой кошелек (счет) для хранения цифровой валюты в ЦБ А; счет W-CBDC-B — цифровой кошелек (счет) для хранения цифровой валюты в центральном банке В.

Примечания. 1 — перевод банком А1 национальной валюты на расчетный счет в центральном банке А; 2 — выпуск и зачисление ЦБ А цифровой валюты W-CBDC-A на цифровой кошелек (счет) банка А1; 3.1 — перевод банком А1 W-CBDC-A на кошелек банка-посредника (С1), который осуществляет расчеты цифровыми валютами по корреспондентским счетам банков А1 и В1, или 3.2 — трансферт банком А1 цифровой валюты W-CBDC-A на кошелек банка-получателя (В1), открытый в ЦБ А; 4 — возврат банком В1 цифровой валюты W-CBDC-B центральному банку В; 5 — зачисление ЦБ В национальной валюты на расчетный счет банка В1.

Составлено по: Cross-border Interbank Payments and Settlements: Emerging Opportunities for Digital Transformation. (2018).

банк С1 — имеет кошелек в цифровой валюте страны А (W-CBDC-A) и страны В (W-CBDC-B) в странах А и В соответственно и предлагает корреспондентские услуги банкам А1 и В1. Банк-отправитель переводит W-CBDC (выпущенные центральным банком в его юрисдикции) на цифровой кошелек банка-получателя или на кошелек банка-посредника, открытый в национальном центральном банке. Если банку А1 необходимо перевести W-CBDC-A в банк В1, он переводит W-CBDC-A на счет банка В1 в центральном банке А или на счет банка-посредника С1 в той же юрисдикции. Это может осуществляться через синхронную передачу W-CBDC-A от банка А1 банку С1 и W-CBDC-B от банка С1 банку В1.

3.2. Модель 2. Система с конвертируемой W-CBDC

Центральные банки А и В подписывают соглашение, которое позволяет банкам-участникам в обеих странах проводить обмен W-CBDC, выпущенных центральными банками этих стран. Таким образом, цифровая валюта W-CBDC, выпущенная центральным банком А (W-CBDC-A), может быть переведена банкам в стране В, а цифровая валюта W-CBDC, выпущенная центральным банком В (W-CBDC-B), может держаться банками в стране А. Каждый банк-участник поддерживает цифровые кошельки (счета) W-CBDC для разных валют в центральном банке своей юрисдикции, чтобы позволить принимать цифровые валюты и совершать платежи в различных W-CBDC в трансграничных операциях с другими банками.

Как видно на рис. 6, банк А1 поддерживает W-CBDC-A и W-CBDC-B в одном или нескольких кошельках W-CBDC в центральном банке А. Аналогично банк В1 поддерживает W-CBDC-A и W-CBDC-B в одном или нескольких кошельках в центральном банке В. Конверсия центробанковских цифровых валют для оптовых платежей, номинированных в разных валютах, может производиться посредством нового особого сегмента валютного рынка — рынка обмена цифровых валют. Такая модель W-CBDC может быть рассчитана на работу в режиме 24/7 и работать параллельно с существующими системами RTGS с целью проведения трансакций в цифровых валютах между банками и центральными банками в пределах определенной юрисдикции или между банками разных юрисдикций.

3.3. Модель 3. Система W-CBDC с универсальной цифровой валютой

В рамках данной модели несколько юрисдикций либо сами национальные центральные банки, либо ЦБ при посредничестве международных финансовых институтов соглашаются выпускать универсальную цифровую валюту (U-W-CBDC). Такая универсальная цифровая валюта может обеспечиваться корзиной национальных валют центральных банков, участвующих в такой системе. Универсальная цифровая валюта может выпускаться при участии специальной биржи, созданной для выпуска и выкупа универсальной цифровой валюты. Конвертация национальных валют в U-W-CBDC будет производиться по биржевым курсам, механизм управления которыми должен быть определен центральными банками, участвующими в такой системе.

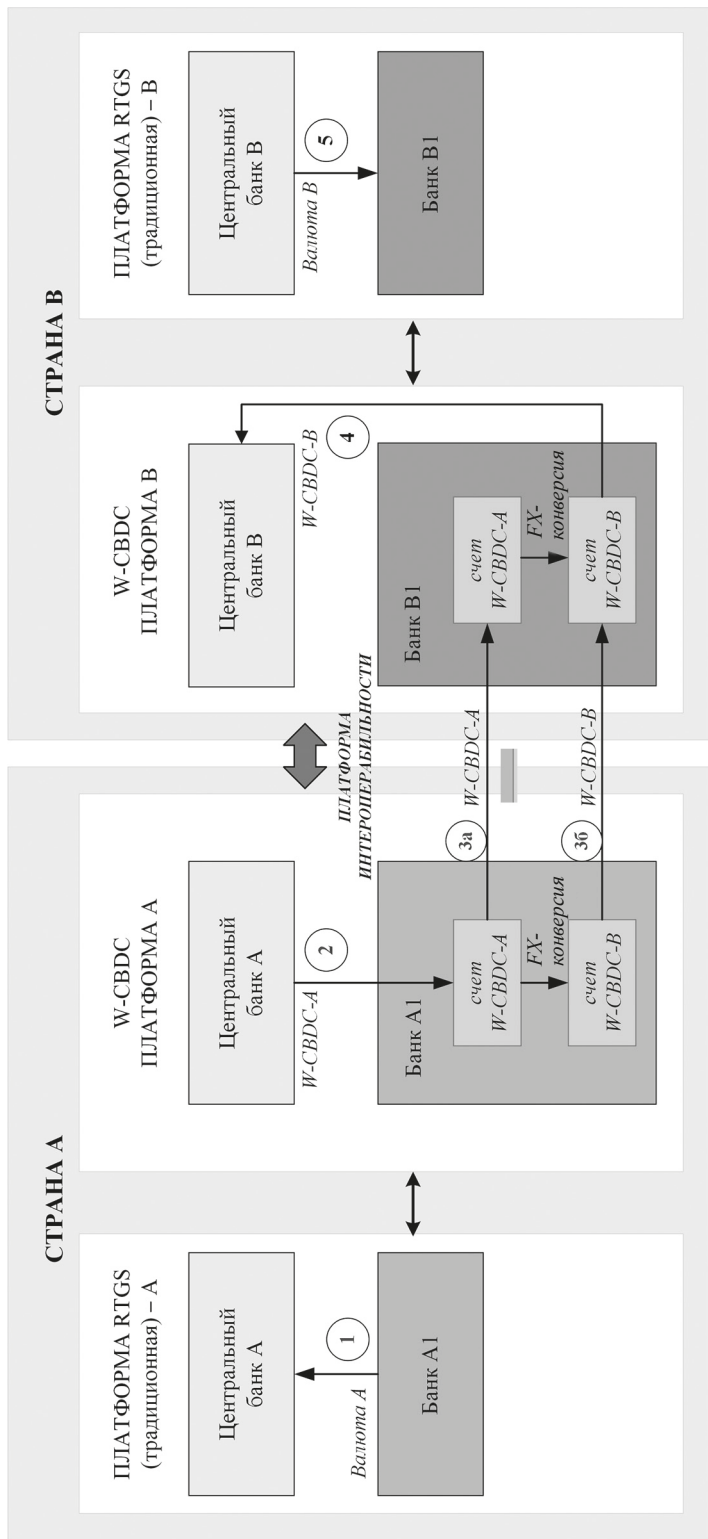


Рис. 6. Модель системы W-SBDC с конвертируемой цифровой валютой: W-SBDC-A — цифровая валюта центрального банка А; W-SBDC-B — цифровая валюта центрального банка В; счет W-SBDC-A — цифровой кошелек (счет) для хранения цифровой валюты в ЦБ А; счет W-SBDC-B — цифровой кошелек (счет) для хранения цифровой валюты в ЦБ В; FX-конверсия — обмен валют на рынке Forex.

Примечания. 1 — перевод банком А1 национальной валюты на расчетный счет в центральном банке А; 2 — выпуск и зачисление ЦБ А W-SBDC на цифровые кошельки (счета) банка А1, ведущиеся в национальной и иностранной цифровых валютах; 3а — перевод банком А1 цифровой валюты W-SBDC-A из кошелька в ЦБ А в кошелек, ведущийся банком В1 в ЦБ В (с последующим обменом W-SBDC-A на W-SBDC-B), или 3б — конверсия цифровой валюты W-SBDC-A на W-SBDC-B и перевод банком А1 W-SBDC-B из кошелька в ЦБ А в кошелек банка В1 в ЦБ В; 4 — возврат банком В1 цифровой валюты W-SBDC-B центральному банку В; 5 — зачисление ЦБ В национальной валюты на расчетный счет банка В1.

Составлено по: Cross-border Interbank Payments and Settlements: Emerging Opportunities for Digital Transformation. (2018).

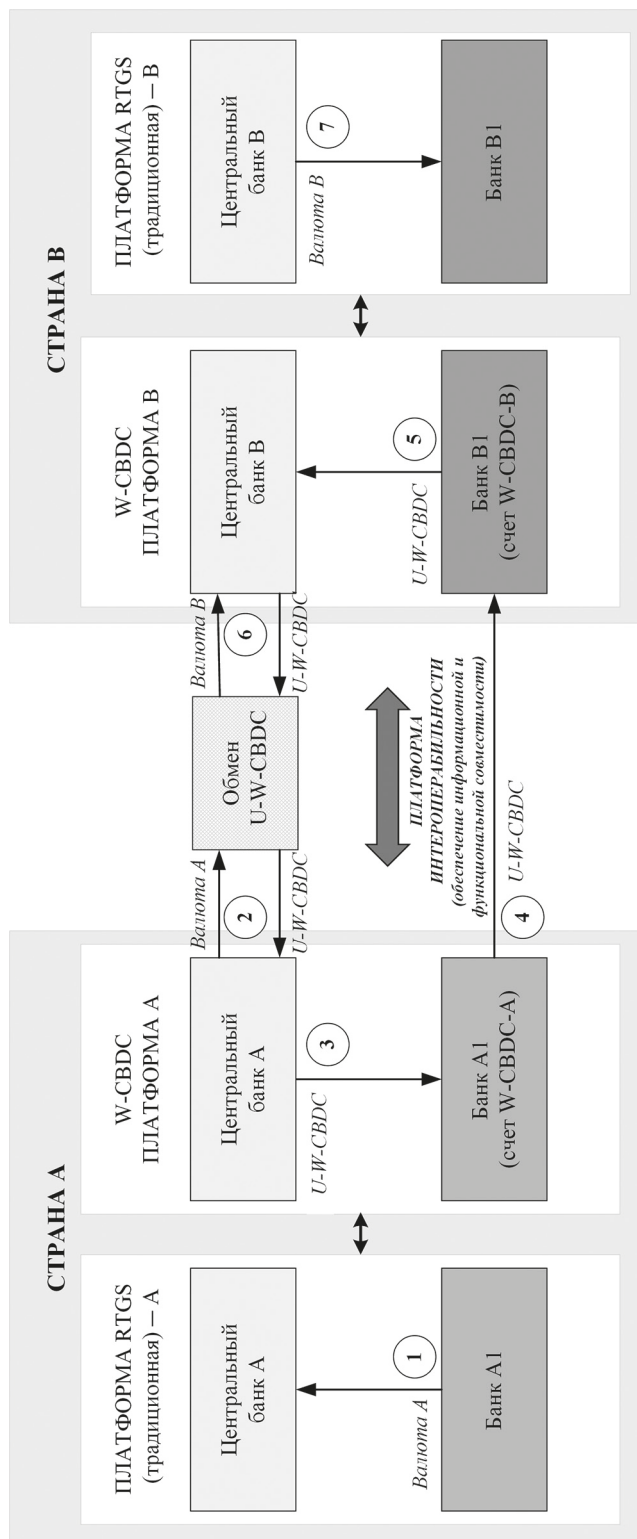


Рис. 7. Модель системы W-SBDC с универсальной цифровой валютой: U-W-SBDC — универсальная центробанковская цифровая валюта для оптовых расчетов; счет W-SBDC-A — цифровой кошелек (счет) для хранения универсальной цифровой валюты в ЦБ А; счет W-SBDC-B — цифровой кошелек (счет) для хранения универсальной цифровой валюты в ЦБ В; обмен U-W-SBDC — специальный биржевой сервис для обмена традиционных валют на цифровую валюту.

Примечания. 1 — перевод банком А1 национальной валюты на расчетный счет в ЦБ А; 2 — приобретение U-W-SBDC центральным банком А (обмен ЦБ А национальной валюты на универсальную цифровую валюту U-W-SBDC); 3 — зачисление ЦБ А U-W-SBDC на цифровой кошелек (счет) банка А1; 4 — перевод универсальной цифровой валюты U-W-SBDC из кошелька банка А1 в кошелек банка В1; 5 — возврат банком В1 цифровой валюты U-W-SBDC центральному банку В; 6 — продажа U-W-SBDC ЦБ В универсальной цифровой валюты U-W-SBDC на национальную валюту страны В; 7 — зачисление ЦБ В национальной валюты на расчетный счет банка В1.

Составлено по: Cross-border Interbank Payments and Settlements: Emerging Opportunities for Digital Transformation. (2018).

Как видно на рис. 7, банки могут использовать универсальную цифровую валюту с целью взаиморасчетов с другими банками по трансграничным транзакциям. Модель U-W-CBDC, так же как предшествующая модель, может функционировать в режиме 24/7 и работать параллельно с существующими системами RTGS для проведения операций в цифровых валютах между банками и центральными банками в пределах определенной юрисдикции или между банками разных юрисдикций.

Модель системы с универсальной цифровой валютой является наиболее подходящей для устранения основных проблем трансграничных платежей, обозначенных нами ранее. Тем не менее не следует недооценивать масштаб необходимых технологических, управленческих и финансовых изменений для реализации модели U-W-CBDC. Помимо решения фундаментальных вопросов в сфере денежно-кредитной политики на национальном уровне и ее согласования на трансграничном уровне, связанных с выпуском универсальной цифровой валюты, необходимо также учитывать большие технологические изменения и вероятные трения между странами при добавлении новой валюты в корзину валют, обеспечивающих U-W-CBDC. Поэтому внедрение такой модели, скорее всего, будет медленным.

Для успешного функционирования модели с универсальной цифровой валютой потребуются более жесткое управление и мониторинг как наличных денег, так и средств в национальных RTGS и международных U-W-CBDC. По всей видимости, ЦБ необходимо будет создать специализированную биржу для обеспечения непрерывного обмена U-W-CBDC в условиях меняющегося внутридневного курса цифровых валют²⁸. Создание биржи для обмена универсальной цифровой валюты облегчит торговлю и использование универсальных цифровых валют для целей, отличных от транзакционных. Таким образом, универсальная цифровая валюта может начать функционировать в качестве финансового актива, также выполняя функцию средства сбережения, а не только функции средства обращения и платежа. Накопление и спекулятивные операции в такой цифровой валюте могут повлиять на ее цену и на интенсивность использования цифровой валюты в качестве средства обращения.

Поскольку центральные банки выполняют роль операторов систем W-CBDC, вероятно, произойдет усиление их роли, так как ЦБ станут ответственными за эмиссию, оборот и выкуп W-CBDC не только в пределах своей юрисдикции, но также и за ее пределами. Следует отметить, что в рассмотренных нами моделях систем цифровой валюты для оптовых расчетов не решен вопрос о доступе для небанковских институтов или малых банков к платежной платформе W-CBDC. Решение о доступе к такой платформе для других участников должно определяться каждым национальным оператором систем RTGS. Также для обеспечения взаимодействия между системами W-CBDC в различных юрисдикциях необходимо унифицировать систему управления, а также платежные стандарты, требования кибербезопасности и др.

Создание W-CBDC может также оказать влияние на денежную массу и денежно-кредитную политику ЦБ в рамках национальных юрисдикций в том случае, если объем выпускаемых W-CBDC будет значительным. Кроме того, в результате выпуска цифровых валют для оптовых расчетов круг полномочий ЦБ может рас-

²⁸ Cross-border Interbank Payments and Settlements: Emerging Opportunities for Digital Transformation. (2018).

ширяться, а их роль в качестве регулятора денежно-кредитных и платежных систем стать более комплексной. Данные обстоятельства имеют важное значение для центральных банков при оценке перспектив внедрения разных моделей W-CBDC. Одним из ключевых контраргументов в отношении развития W-CBDC является то, что стоимость реализации любой модели системы цифровой валюты для оптовых платежей в странах с недостаточно развитой инфраструктурой финансового рынка может оказаться очень высокой. Это может уменьшить вероятность того, что W-CBDC смогут устранить традиционные недостатки централизованных расчетных моделей RTGS в слаборазвитых странах.

4. Развитие проектов по выпуску цифровых валют ЦБ

В 2014 г. экономисты Банка Англии в условиях сокращения спроса на наличные деньги в Великобритании, а также внедрения платежей с использованием криптовалют впервые обосновали идею о возможности выпуска цифровых валют центральными банками [Ali et al., 2014]. В начале 2021 г. более 86 % из 65 ведущих центральных банков исследовали возможности выпуска национальных CBDC. Около 60 % ЦБ изучали, проектировали или разрабатывали концепции реализации CBDC, в то время как 14 % центральных банков перешли к пилотным испытаниям или внедрению. При этом около 50 % ЦБ изучали варианты внедрения цифровых валют как для розничных платежей (R-CBDC), так и для оптовых расчетов (W-CBDC). Количество ЦБ, изучающих возможности внедрения только R-CBDC, опережало число ЦБ, изучающих варианты внедрения только W-CBDC (40 и 10 % соответственно) [Boar, Wehrli, 2021]. Среди развитых стран на стадии исследования или проектирования в настоящее время находятся: Федеральная резервная система (ФРС) США, ЕЦБ, ЦБ Канады и др. К пилотным проектам или к стадии внедрения перешли следующие центральные банки: НБ Китая, ЦБ Швеции (Риксбанк), ЦБ Уругвая, ЦБ Таиланда, ЦБ Кореи, ЦБ Японии, ЦБ Норвегии, ЦБ Эквадора, ЦБ Багамских островов, Восточно-Карибский ЦБ, ЦБ ЮАР и др.²⁹ В то же время не все проекты, позиционирующие себя как CBDC, на самом деле являются центробанковскими цифровыми валютами. Например, проекты LBCoin (Литва), Bakong (Камбоджа) или SOV (Маршалловы острова) нельзя признать системами центробанковских валют по разным причинам³⁰.

Как показывает наше исследование, в настоящее время основными мотивами для выпуска центробанковских цифровых валют являются: поддержка финансовой стабильности; расширение инструментария денежно-кредитной политики; повышение эффективности платежей (на уровне национальной платежной системы и/или в трансграничных платежах); финансовая инклюзивность; безопасность/надежность платежей; прочие (сохранение денежного суверенитета, дедолларизация денежного обращения, сохранение предложения универсально используемых центробанковских денег, геополитические мотивы; угрозы со стороны стейблкоинов; последствия COVID-19 и др.). Значение, придаваемое различным мотивам, может также зависеть от формы государственного правления, структуры национальной

²⁹ См.: [Auer, Böhme, 2020].

³⁰ Подробнее см.: [Boar, Wehrli, 2021].

платежной системы, состояния развития банковской системы, степени финансовой инклюзии в данной юрисдикции и т. д.³¹

Ряд центральных банков, таких как ЦБ Японии и ЦБ Южной Кореи, первоначально отказались от быстрого внедрения CBDC по причинам высоких финансовых рисков и неопределенности преимуществ центробанковских цифровых валют в качестве заменителей наличных денег. Однако в начале 2020 г. ЦБ Японии³² и ЦБ Кореи³³ признали необходимость продолжить исследования в этой области в свете планов по внедрению цифровых валют Народным банком Китая (НБ Китая) и приступили к тестированию собственных систем CBDC. На их выбор в значительной степени повлияла геополитическая угроза, связанная с выпуском цифрового юаня, а также риски для национальных денежных систем со стороны транснациональных компаний, таких как «Facebook» и др., приступающих к выпуску глобальных стейблкойнов. В течение 2020 г. Европейский центральный банк³⁴, а также ФРС США³⁵ также пересмотрели свое первоначальное скептическое мнение в отношении цифровых денег и заявили о планах по выпуску собственных цифровых валют в 2022–2024 гг.³⁶

В консультативном докладе, посвященном перспективам внедрения цифрового евро, ЕЦБ обозначил четыре основных причины для выпуска R-CBDC в еврозоне. В их число входят: 1) возрастающий спрос на электронные платежи, требующие безрисковых цифровых платежных средств на европейском уровне; 2) значительное сокращение использования наличных денег в качестве средства платежа в странах зоны евро; 3) запуск глобальных стейблкойнов, которые могут вызвать регуляторные проблемы, а также риски для финансовой стабильности; 4) широкое использование цифровых валют, выпущенных другими центральными банками³⁷. Первые две причины являются взаимосвязанными. Тенденция сокращения использования наличных денег в качестве средства платежа на протяжении последних лет и заинтересованность центральных банков в поддержании спроса на безрисковые платежные средства наблюдаются в значительном числе стран

³¹ Central Bank Digital Currencies: Foundational Principles and Core Features. (2020) The Bank of Canada, European Central Bank, Bank of Japan, Sveriges Riksbank, Swiss National Bank, Bank of England, Board of Governors of the Federal Reserve, Bank for International Settlements. *Series of Collaborations from a Group of Central Banks*, no. 1. 26 p.

³² 中銀デジタル通貨が現金同等の機能を持つための技術的課題 [Технические проблемы, которые следует решить, чтобы цифровые валюты центрального банка функционировали подобно наличным деньгам. 02.07.2020.] Вып. 7. URL: <https://www.boj.or.jp/research/brp/psr/data/psrb200702.pdf> (дата обращения: 03.07.2020). (На яп. яз.) См. также: [Yanagawa, Yamaoka, 2019].

³³ Bank of Korea Launches Legal Advisory Panel for Digital Currency. *The Korea Times*. 28.05.2020. URL: https://www.koreatimes.co.kr/www/biz/2020/06/367_291217.html (дата обращения: 27.06.2020).

³⁴ Подробнее см.: An ECB Digital Currency — a Flight of Fancy? Speech by Yves Mersch, Member of the Executive Board of the ECB and Vice-Chair of the Supervisory Board of the ECB at the Consensus 2020 Virtual Conference, 11 May 2020. (2020) URL: <https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2020/html/ecb.sp200511~01209cb324.en.html> (дата обращения: 27.06.2020).

³⁵ Подробнее см.: [Fernández-Villaverde et al., 2020].

³⁶ Первые предложения по развитию проекта цифрового доллара, появившиеся в середине 2020 г., предусматривали модель синтетической R-CBDC. Подробнее см.: The Digital Dollar Project: Exploring a US CBDC. (2020) Digital Dollar Foundation & Accenture. URL: https://static1.squarespace.com/static/5e16627eb901b656f2c174ca/t/5ecfc542da96fb2d2d5b5f15/v1590674759958/Digital-Dollar-Project-Whitepaper_vF.pdf (дата обращения: 21.06.2020).

³⁷ Report on a Digital Euro. (2020) *European Central Bank*, October. 55 p.

еврозоны. Выпуск глобальных стейблкойнов является лишь вопросом времени, хотя потенциал их использования в качестве универсального средства платежа и сбережения не столь очевиден. Четвертый сценарий представляется наиболее существенным для реализации при условии внедрения центробанковских цифровых валют НБ Китая, а также последующего выпуска цифровых валют ЦБ Кореи и ЦБ Японии³⁸.

5. Проекты цифровых валют в сфере розничных платежей

В настоящее время эффективность и безопасность платежей, а также финансовая доступность (инклюзивность) являются ключевыми мотивами для внедрения цифровых валют в розничных платежах. При этом финансовая инклюзивность является основным фактором внедрения CBDC в большинстве развивающихся стран, а эффективность платежей — наиболее важный мотив для экономически развитых стран. К числу наиболее известных пилотных проектов по внедрению R-CBDC, реализуемых в 2019–2021 гг., относятся проекты e-Peso (ЦБ Уругвая), e-Krona (Риксбанк) и DCEP (e-Yuan/e-CNY) НБ Китая. В табл. 3 приведены основные характеристики данных проектов.

Таблица 3. Основные характеристики проектов по выпуску цифровых валют для розничных платежей

Наименование регулятора	Наименование проекта	Способ интеграции	Технология эмиссии	Механизм расчета
ЦБ Уругвая	e-Peso	Потенциальная замена наличных	На основе счетов	Расчеты без посредников невозможны
ЦБ Швеции	e-Krona	Потенциальная замена наличных	На основе распределенных реестров	Возможны расчеты без посредников
НБ Китая	DCEP (e-Yuan/e-CNY)	Потенциальная замена наличных	На основе гибридной технологии*	Расчеты без посредников невозможны*

Примечание. * — данные характеристики эволюционировали в процессе развития системы DCEP в 2020–2021 гг.

Составлено по: The Riksbank's E-krona Pilot. (2019) Sverige's Riksbank. URL: <https://www.riksbank.se/globalassets/media/rapporter/e-krona/2019/the-riksbanks-e-krona-pilot.pdf> (дата обращения: 25.02.2021); DCEP Whitepaper. (2020) URL: <https://www.allcryptowhitepapers.com/dcep-whitepaper/> (дата обращения: 25.02.2021); El Billeto Electrónico emitido por el BCU. Central Bank of Uruguay. URL: <https://www.bcu.gub.uy/busqueda/Paginas/Results.aspx?k=CBDC&k=e-Peso> (дата обращения: 25.02.2021).

Как видно из табл. 3, в большинстве случаев в системах R-CBDC используется гибридная цифровая валюта, при которой взаиморасчеты без посредников невоз-

³⁸ Данный сценарий также можно рассматривать как один из основных, повлиявший на решение ЦБ России в октябре 2020 г. приступить к общественным консультациям в отношении выпуска собственной цифровой валюты для розничных платежей — цифрового рубля. См.: Цифровой рубль. (2020) Доклад для общественных консультаций. Банк России. Октябрь. 48 с.

можны³⁹. При этом в качестве эмиссионной технологии цифровых валют выбирается технология распределенных реестров или гибридная технология с элементами централизованного учета. В настоящее время наиболее масштабный в мире проект по внедрению цифровой валюты для электронных платежей (Digital currency / Electronic payment, DCEP) представил НБ Китая. На первом этапе проект предусматривает создание электронной платежной системы, в которой цифровая валюта — цифровой юань (e-Yuan, или e-CNY) — будет использоваться для розничных платежей внутри страны. Важно отметить, что цифровой юань планируется имплементировать в денежную систему страны в качестве заменителя наличных денег в обращении. На втором этапе предусматривается внедрение цифровой валюты для оптовых расчетов между странами.

Наше исследование показывает, что основными мотивами для внедрения цифровой валюты для розничных платежей в Китае являются: 1) поддержание денежного суверенитета за счет выпуска R-CBDC в условиях национального запрета на операции с криптовалютами и цифровыми токенами⁴⁰; 2) необходимость конкуренции с частными платежными системами «AliPay» (Ant Group Co.) и «WeChat Pay» (Tencent Holdings Ltd.), роль которых в последние годы в национальной платежной системе существенно возросла⁴¹; 3) стремление к глобальной информатизации экономики за счет внедрения в финансовую сферу технологий блокчейна, искусственного интеллекта, больших данных и их интеграции; 4) необходимость создания одного из ключевых элементов системы цифрового авторитаризма, поскольку сбор и обработка финансовых данных сможет использоваться для повышения партийной дисциплины и усиления госконтроля за частными транзакциями граждан; 5) усиление трансмиссионного механизма денежно-кредитной политики и мониторинга незаконной деятельности в стране; 6) геополитические мотивы, связанные с интернационализацией юаня в качестве платежного и резервного средства и интенсификацией его использования на международном уровне.

Для эмиссии и организации расчетов цифровой валютой в DCEP была выбрана двухуровневая система эмиссии и обращения цифровой валюты (two-tiered system). Следует отметить, что несмотря на свое название она не является аналогом модели системы с синтетической R-CBDC, которую мы рассматривали ранее. Хотя система DCEP внешне может напоминать модель с синтетической R-CBDC, тем не менее она обладает двумя ключевыми характеристиками модели с синтетической R-CBDC — цифровые юани представляют собой прямые обязательства центрального банка; балансы по розничным платежам в цифровой валюте записываются самим центральным банком, который отвечает за окончательный расчет. В данной

³⁹ Central Bank Digital Currency Survey 2020 — Debunking Some Myths. Central Banking 30. URL: <https://www.centralbanking.com/fintech/cbdc/7540951/the-central-bank-digital-currency-survey-2020-debunking-some-myths> (дата обращения: 25.06.2020).

⁴⁰ Запрет на операции с криптовалютой, а также другую деятельность в сфере криптоактивов (в том числе запрет на привлечение средств в результате первоначального предложения цифровых монет — ICO/ITO) за исключением майнинга, был введен на территории Китая осенью 2017 г.

⁴¹ Как ожидается, в 2022 г. объем средств, переведенных при посредничестве ведущих китайских частных платежных систем «AliPay» и «WeChat Pay», превысит 293 трлн юаней (около 45 трлн долл. США). См.: 中国移动支付市场趋势预测 2020–2022 [Прогноз рынка мобильных платежей в Китае на 2020–2022 гг. 17.04.2020]. URL: <https://www.analysys.cn/article/detail/20019744> (дата обращения: 28.02.2021). (На кит. яз.)

модели коммерческие банки получают цифровую валюту от центрального банка и предоставляют ее пользователям через программные приложения, размещенные на мобильных устройствах пользователей. Платежи генерируются с использованием QR-кодов. Далее цифровая валюта циркулирует между пользователями по инфраструктурным сетевым каналам, предлагаемым частными банками⁴².

Двухуровневая система цифровой валюты для Народного банка Китая является своеобразным компромиссом между полным контролем над эмиссией, обращением и платежами цифровой валютой и рисками (финансовыми и нефинансовыми), связанными с организацией бесперебойного функционирования такой системы в одной из крупнейших экономик мира с многомиллионным населением и протяженной территорией. Основными мотивами выбора двухуровневой модели DCEP был набор преимуществ, которые перевешивают возможные недостатки двухуровневой модели применительно к Китаю. К числу ее главных достоинств относятся: 1) более простой вариант постепенной замены наличных денег в обращении; 2) отсутствие глобальных изменений в существующих денежной и финансовой системах; 3) сохранение роли банков и других финансовых учреждений в качестве посредников на платежном рынке; 4) диверсификация рисков между участниками платежной системы; 5) стимулирование инноваций в сфере финансовых услуг. По заявлению главы Исследовательского института цифровых валют Народного банка Китая Му Чангчуна (Mu Changchun), «если бы центральный банк направлял цифровые юани напрямую пользователям, это привело бы к возникновению рисков одномоментного банкротства и устранило бы частные банки из сферы платежного посредничества»⁴³. Кроме того, Народный банк Китая собирается использовать хорошо зарекомендовавшие себя технологические решения и операционный профессионализм частного сектора в платежах, учитывая размер и сложность китайской экономики, а также обширную географию страны.

В табл. 4 представлены данные о функциях, выполняемых экономическими агентами в системе DCEP.

Как видно в табл. 4, НБ Китая отвечает за окончательный расчет в цифровой валюте (проверяет переход прав владения цифровой валютой), осуществляет управление ликвидностью, выполняет мероприятия по борьбе с отмытием денег, проводит аудит и анализирует большие данные, накопленные в системе, и др. Коммерческие банки будут проводить идентификацию своих клиентов, осуществлять анализ данных о пользователях, обрабатывать платежи и управлять цифровыми кошельками пользователей, а также облегчать процедуру снятия и внесения средств на цифровые кошельки и др. По утверждению Народного банка Китая, характеристики цифрового юаня будут обеспечивать баланс между анонимностью транзакций и требованиями по борьбе с отмытием денег (AML и KYC) и налогообложению различных видов доходов.

⁴² Подобная модель системы R-CBDC может также использоваться Европейским Центральным банком и Банком России при эмиссии цифровой валюты для розничных платежей, с учетом обеспечения конфиденциальности платежной информации. Примеры имплементации таких моделей представлены в публикациях: [Klein, Gross, Sandner, 2020]; Report on a Digital Euro (2020); Цифровой рубль (2020) и др.

⁴³ 央行数字货币呼之欲出·设计理念和技术架构 首次曝光 [Впервые раскрыта концепция дизайна и техническая архитектура цифровой валюты центрального банка. 11.08.2019]. URL: <https://www.chainnews.com/articles/441923590879.htm> (дата обращения: 28.02.2021). (На кит. яз.)

Таблица 4. Функции экономических агентов в системе DCEP

Экономические агенты	Функции в системе DCEP					
	Эмиссия	Обращение		Возврат	Управление и контроль	
		Проверка и регистрация прав, проведение транзакций	Управление ликвидностью и цифровыми кошельками		Управление рисками	Контроль и анализ транзакционных данных
Центральный банк	Выпуск цифровой валюты; регистрация	Проверка прав собственности; регистрация трансфертов; управление авторизацией	Управление ликвидностью; контроль ошибок; экстренное реагирование	Изъятие цифровой валюты из оборота	AML; обеспечение безопасности; управление рисками	Аудит; информационная взаимосвязь; анализ больших данных
Коммерческие банки	Получение цифровой валюты	Внесение и снятие денежных средств; платежи; управление пользователями	Управление цифровыми кошельками; операционный контроль; сообщение об ошибках	Обеспечение рециркулирования цифровой валюты	Управление рисками; обеспечение безопасности	Анализ данных; KYC
Пользователи	—	Платежи; внесение и снятие денежных средств	Авторизация; пользование цифровыми кошельками	—	—	—

Составлено по: [Yao Qian, 2018; 2019].

Решение о выпуске цифрового юаня было принято руководством Народного банка Китая в январе 2016 г. Технические испытания DCEP начались в середине 2017 г. В апреле 2020 г. Сельскохозяйственный банк Китая (The Agricultural Bank of China), являющийся одним из четырех крупнейших государственных банков страны, запустил тестовый интерфейс для проведения платежей цифровой валютой с помощью мобильного приложения. Функции, которые стали доступны пользователю цифровой валюты, включали: оплату с помощью QR-кода, прием и отправку платежей через электронный кошелек, инициирование транзакций прикосновением телефона одного пользователя к телефону другого пользователя и др. В 2020 г. тестирование DCEP проходило в четырех китайских городах: Сюань, Сучжоу, Чэнду и Шэньчжэнь, — к которым в 2021 г. присоединятся Пекин и Шанхай⁴⁴. В рамках данного тестирования в октябре и декабре 2020 г. в городах Шэньчжэнь и Сучжоу были проведены две лотереи. В рамках лотерей между жителями было распределено цифровых юаней на суммы в 1,5 и 3 млн долл. США соответственно. Цифровые юани можно было потратить более чем в 10 тыс. торговых точек [Fanusie, Jin, 2021]. В первой половине 2021 г. над внедрением DCEP работали шесть государственных

⁴⁴ Chinese State-Owned Bank Offers Test Interface for PBoC Central Bank Digital Currency. URL: <https://www.coindesk.com/chinese-state-owned-bank-offers-test-interface-for-pboc-central-bank-digital-currency> (дата обращения: 25.06.2020).

банков страны, а также два частных банка — MYbank и WeBank, контролируемые крупнейшими частными провайдерами платежных услуг Ant Group Co. и Tencent Holding Ltd. соответственно⁴⁵. Народный банк Китая планирует закончить тестовые испытания центробанковской цифровой валюты к началу зимних Олимпийских игр в Пекине в феврале 2022 г. Успешное тестирование системы цифровой валюты для розничных платежей позволит Китаю стать первой страной в мире, внедрившей розничные расчеты в цифровой валюте в стране с многомиллионным населением и обширной географией.

Несмотря на наличие разных мотиваций для внедрения цифровых валют, в целом все страны, разрабатывающие системы цифровых валют, можно условно разделить на пять групп. Первая группа стран (Швеция, Норвегия и др.) — это развитые страны, в которых доля наличных денег в обращении является достаточно низкой и где внедрение цифровых валют может быть направлено прежде всего на поддержание национального спроса на центробанковские деньги. Вторая группа стран — это развитые страны или быстро развивающиеся страны с формирующимися рынками (США, страны ЕС, Япония, Китай и др.), для которых внедрение цифровых валют связано с повышением эффективности и безопасности денежной и платежной систем, а также с сохранением или расширением роли их национальных валют в международных расчетах и резервах. Третья группа стран (Уругвай, ЮАР и др.) — это страны с формирующимися рынками, для которых внедрение цифровых валют может быть направлено преимущественно на повышение контроля за национальным денежным оборотом и дедолларизацией финансовой системы. Четвертая группа стран (Багамские Острова, страны Карибского бассейна и др.) — это слаборазвитые в экономическом плане государства, для которых внедрение цифровых валют может быть направлено на предоставление финансовой инклюзивности. Кроме того, для автократических стран, таких как Китай, некоторые государства Центральной Азии и Ближнего Востока, одной из главных причин внедрения цифровой валюты может являться потребность в усилении финансового мониторинга за операциями юридических лиц и госконтроля за частными транзакциями граждан.

6. Проекты цифровых валют в сфере оптовых расчетов

Основными мотивами, которые движут центральными банками при внедрении цифровых валют для оптовых расчетов, являются: повышение эффективности трансграничных платежей; улучшение инструментария торгового финансирования и расчетов на рынках ценных бумаг [Boar, Wehrli, 2021]. НБ Китая является не единственным центральным банком, планирующим создание центробанковской цифровой валюты для оптовых расчетов. Исследования и пилотные проекты цифровых валют в сфере оптовых расчетов проводят с 2017 г. ЦБ Канады (Project «Jasper») [Engert, Fung, 2017] и Денежно-кредитное управление Сингапура (Project «Ubin») [Mohanty, Sin Ng Nam, 2017]. В начале марта 2019 г. Банк Канады и Денежно-кредитное управление Сингапура завершили совместное испытание трансгра-

⁴⁵ China Enlists Ant-backed MYbank in Expanding Digital Yuan Trial. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-22/china-enlists-ant-backed-mybank-in-expanding-digital-yuan-trial> (дата обращения: 02.03.2021).

ничных платежей с использованием собственных систем цифровых валют «Jasper» и «Ubin», построенных на двух разных сетях DLT (Corda и Quorum соответственно). Для достижения совместимости проектов была использована криптографическая схема Hashed Time-Locked Contracts (HTLC)⁴⁶. Ее применение позволило осуществить расчеты по принципу «платеж против платежа» (payment vs payment — PVP)⁴⁷ без необходимости использования третьей стороны в качестве валидатора транзакции. Пилотный проект показал большой потенциал при использовании разных оптовых систем цифровых валют для повышения скорости, снижения стоимости и повышения безопасности трансграничных расчетов⁴⁸.

В последние годы одновременно с разработкой центробанковских цифровых валют отдельными ЦБ наблюдается развитие совместных исследований, посвященных внедрению CBDC на межгосударственном уровне. Так, Европейский центральный банк вместе с ЦБ Японии с 2017 г. работают над совместным проектом STELLA, целью которого является изучение наиболее перспективных направлений использования технологии DLT в деятельности ЦБ, в том числе для выпуска цифровых валют и стейблкоинов. В феврале 2020 г. проект находился на четвертой фазе исследования, которая была направлена на поиск баланса между требованиями конфиденциальности и обеспечения контроля в системах расчетов ЦБ на основе распределенных реестров⁴⁹. Также совместный проект по внедрению цифровых валют в сфере оптовых платежей Inthanon-LionRock разрабатывают ЦБ Таиланда и Денежно-кредитное управление Гонконга⁵⁰. Целью проекта является повышение эффективности трансграничных платежей с использованием технологии распределенных реестров.

В заключение следует отметить, что интернационализация усилий по внедрению центробанковских цифровых валют является важным условием для их успешного внедрения. В январе 2020 г. для координации проектов национальных центральных банков и обмена опытом внедрения цифровых валют в разных странах Банк международных расчетов создал специальную рабочую группу (Central Bank Group on Development CBDC). В настоящее время в группу входят шесть национальных финансовых регуляторов: ЦБ Англии, ЦБ Канады, ЦБ Швейцарии, ЦБ Швеции, ЦБ Японии, а также ЕЦБ и БМР⁵¹. Группа ставит целью изучить экономические, функциональные и технические варианты разработки цифровых валют,

⁴⁶ Hashed Time-Locked Contract — это схема криптографического подтверждения легальности транзакций, когда сами транзакции разнесены во времени. Схема объединяет два механизма блокировки выхода транзакции: по времени (time lock) и по секретному числу, хэш которого записывается в блокчейн (hash lock). Такая схема обеспечивает обратимость платежной операции, когда одна из сторон сделки отказывается от выполнения положенных условий.

⁴⁷ «Платеж против платежа» (payment vs payment) — принцип денежных расчетов, при котором перевод денежных средств в одной валюте происходит одновременно с переводом денежных средств в другой валюте.

⁴⁸ Enabling Cross-Border High Value Transfer Using Distributed Ledger Technologies. (2019) *Monetary Authority of Singapore. Monetary Authority of Singapore, Bank of Canada, Accenture. Jasper — Ubin Design Paper*. 44 p.

⁴⁹ STELLA — Synchronized Cross-Border Payments (2019).

⁵⁰ Inthanon-LionRock: Leveraging Distributed Ledger Technology to Increase the Efficiency of Cross-Border Payments. (2020) *Bank of Thailand and Hong Kong Monetary Authority Department*. 90 p.

⁵¹ Central Bank Group to Assess Potential Cases for Central Bank Digital Currencies. URL: <https://www.bis.org/press/p200121.htm> (дата обращения: 25.06.2020).

включая их трансграничную совместимость для совершенствования платежных технологий на глобальном уровне. Кроме того, в феврале 2021 г. к проекту Inthanon-LionRock ЦБ Таиланда и Денежно-кредитного управления Гонконга присоединились Институт по исследованию цифровых валют Народного банка Китая и Центральный банк Объединенных Арабских Эмиратов. В результате объединенный проект получил название Multiple Central Bank Digital Currency Bridge — m-CBDC Bridge)⁵². На основании опыта, полученного в ходе проекта Inthanon-LionRock, в рамках нового проекта будет разработана концепция создания системы цифровой валюты для оптовых расчетов (модель с конвертируемой цифровой валютой W-CBDC). Последняя сможет использоваться в трансграничных валютных операциях в режиме реального времени 24/7 в рамках нескольких юрисдикций. Ожидается, что реализация проекта m-CBDC Bridge будет способствовать созданию благоприятных условий для центральных банков в Азии и других регионах мира по совместному изучению применения DLT с целью совершенствования финансовой инфраструктуры проведения трансграничных платежей, международного торгового финансирования и операций на рынке капитала.

Выводы

1. С теоретической точки зрения появление центробанковских цифровых валют может быть обосновано ключевыми положениями кредитной денежной теории, а также государственной теории денег. Потребность в эволюции фиатных денег вообще и денег центральных банков в частности обусловлена не только социально-экономическими процессами, связанными с адаптацией современных денежных форм к изменившимся нуждам экономических агентов, но и необходимостью государства в сохранении контроля за выпуском денег. Хотя внедрение центробанковских цифровых валют не приводит к трансформации современной фидуциарной денежной системы, оно символизирует новый этап в развитии фиатных денег. Впервые в денежной истории универсальные деньги центрального банка и один из базовых компонентов современных денег приобретают цифровую форму. В этой связи появление новой формы денег является не менее значимым явлением, чем эволюция их видов.

2. Цифровые валюты центральных банков следует рассматривать как новую форму фиатных денег, отличную от депозитных и электронных денег кредитных учреждений, а также от криптовалют и стейблкоинов частных эмитентов. Выпуск центробанковских цифровых валют не только призван повысить эффективность и безопасность денежной и платежной систем, но и направлен на сохранение роли государства в процессе создания и обращения денег.

3. Цифровые валюты центральных банков являются также новой формой центробанковских денег, отличающейся от традиционных денежных форм — наличных денег и банковских резервов. Цифровые валюты, в отличие от традиционных денежных форм, совмещают в себе возможность универсального обращения с цифровой формой репрезентации денежного обязательства. Эмиссия цифровых

⁵² Joint statement on Multiple Central Bank Digital Currency (m-CBDC) Bridge Project. URL: <https://www.info.gov.hk/gia/general/202102/23/P2021022300482.htm> (дата обращения: 28.02.2021).

валют технологически может быть реализована либо на основе цифровых токенов, либо осуществляться с использованием счетов, открываемых в ЦБ.

4. Цифровые валюты центральных банков могут различаться в зависимости от целей использования: цифровые валюты для розничных платежей и цифровые валюты для оптовых расчетов. Главные достоинства цифровых валют для розничных платежей R-CBDC могут состоять в обеспечении пользователей высоколиквидными, низкорисковыми, удобными в использовании и универсально доступными средствами платежа. Основные преимущества цифровых валют для оптовых расчетов W-CBDC заключаются в предложении более быстрых, безопасных и дешевых трансграничных расчетов, а также более эффективных механизмов международного торгового финансирования и проведения операций на рынке капитала.

5. Выпуск, обращение и возврат/возмещение центробанковских цифровых валют должны осуществляться в рамках выбранной денежным регулятором эмиссионно-расчетной системы. Такие системы могут структурно и институционально отличаться друг от друга, что влияет на экономико-правовые характеристики обязательств, воплощенных в цифровой валюте, и на функции участников расчетов. Среди моделей систем CBDC для розничных платежей модель системы с прямой R-CBDC привлекательна своей простотой, поскольку устраняет зависимость ЦБ при проведении расчетов от каких-либо финансовых посредников. Модель системы с гибридной R-CBDC характеризуется большей надежностью и быстротой при обработке значительного числа транзакций, что делает такие системы наиболее перспективными для внедрения.

6. Среди моделей систем CBDC для оптовых расчетов модель системы с универсальной цифровой валютой U-W-CBDC может быть наиболее подходящей для устранения основных недостатков современных трансграничных платежей с использованием национальных RTGS и банковских корсчетов, при содействии систем SWIFT и CLS. В то же время объем необходимых технологических, управленческих и финансовых изменений, а также высокие затраты на внедрение модели U-W-CBDC могут сделать такие системы трудными для реализации в странах с недостаточно развитой инфраструктурой финансового рынка.

7. В настоящее время наиболее продвинутым проектом по выпуску центробанковских цифровых валют для розничных платежей можно считать систему DCEP Народного банка Китая, в рамках которой предусмотрен выпуск цифрового юаня. Данная система R-CBDC является двухуровневой и реализована на основе модели с гибридной цифровой валютой. Проекты по выпуску центробанковских цифровых валют для оптовых расчетов находятся на начальном этапе своего развития (Jasper — Ubin, m-CBDC Bridge и др.) и разрабатываются на совместной основе ведущими центральными банками мира. В большинстве этих проектов предусматривается использование модели с конвертируемой или универсальной цифровой валютой.

8. Сегодня эффективность и безопасность розничных платежей, а также финансовая инклюзивность являются ключевыми мотивами центральных банков по внедрению цифровых валют для розничных платежей. В то же время такие факторы, как поддержка финансовой стабильности, сохранение предложения универсально используемых центробанковских денег, поддержание денежного суверенитета, дедолларизация экономики и геополитика являются не менее значимыми. Основные

мотивы, которые движут центральными банками при внедрении цифровых валют для оптовых расчетов, состоят в повышении эффективности трансграничных платежей, улучшении инструментария торгового финансирования и расчетов на рынках капитала.

Литература

- Грищенко В.О. (2019) *Фиатные деньги. Аналитическая записка*. Август. Центральный банк Российской Федерации. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/79860/analytic_note_20190829_ddkr.pdf (дата обращения: 26.06.2020).
- Киселев А. (2019) *Есть ли будущее у цифровых валют центральных банков? Аналитическая записка*. Апрель. Центральный банк Российской Федерации. URL: https://cbr.ru/content/document/file/71328/analytic_note_190418_dip.pdf (дата обращения: 26.06.2020).
- Кочергин Д. А. (2011) *Электронные деньги*. М.: Центр исследований платежных систем и расчетов. 424 с.
- Кочергин Д. А. (2017) Место и роль виртуальных валют в современной платежной системе. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5. Экономика*. Т. 33. Вып. 1. С. 119–140.
- Кочергин Д. А. (2020) Экономическая природа и классификация стейблкоинов. *Финансы: теория и практика*. № 6. С. 140–160.
- Кочергин Д. А., Янгирова А. И. (2019) Центробанковские цифровые валюты: ключевые характеристики и направления влияния на денежно-кредитную и платежную системы. *Финансы: теория и практика*. Т. 23, № 4. С. 80–98.
- Adrian T., Mancini-Griffoli T. (2019) The Rise of Digital Money. *International Monetary Fund. Fintech Note*, no. 19/001. 20 p.
- Agur I., Ari A., Dell’Ariccia G. (2019) Designing Central Bank Digital Currencies. *International Monetary Fund, Working Paper*, no. 252. 36 p.
- Ali R., Barrdear J., Clews R., Southgate J. (2014) The Economics of Digital Currencies. *Bank of England, Quarterly Bulletin*, no. 54, pp. 276–286.
- Auer R., Böhme R. (2020) The Technology of Retail Central Bank Digital Currency. *Bank for International Settlements. BIS Quarterly Review*, March, pp. 85–100.
- Bech M., Faruqui U., Shirakami T. (2020) Payments Without Borders. *Bank for International Settlements. BIS Quarterly Review*, March, pp. 53–65.
- Bindseil U. (2020) Tiered CBDC and the Financial System. *European Central Bank, Working Paper Series*, no. 2351. 42 p.
- Boar C., Wehrli A. (2021) Ready, Steady, Go? — Results of the Third BIS Survey on Central Bank Digital Currency. *Bank for International Settlements, BIS Papers*, January, no. 114. 23 p.
- Calle G., Eidan D. (2020) Central Bank Digital Currency: An Innovation in Payments. R3, *White Paper*, April. 24 p.
- Engert W., Fung B. (2017) Central Bank Digital Currency: Motivations and Implication. *Bank of Canada. Staff Discussion Paper*. 26 p.
- Fanusie Y., Jin E. (2021) *China’s Digital Currency: Adding Financial Data to Digital Authoritarianism*. URL: <https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/documents/CNAS-Report-Chinas-Digital-Currency-Jan-2021-final.pdf?mtime=20210125173901&focal=none> (дата обращения: 04.03.2021).
- Fernández-Villaverde J., Sanches D., Schilling L., Uhlig H. (2020) Central Bank Digital Currency: Central Banking for All? *Federal Reserve Bank of Philadelphia, Working Papers*, no. 2019. 34 p.
- Houben R., Snyers A. (2020) Crypto-assets: Key Developments, Regulatory Concerns and Responses. *The European Parliament. Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies*, April. 77 p.
- Ingham G. (2020) *The Money. (What is Political Economy?)*. London, Polity. 180 p.
- Innes A. M. (1913) What Is Money? *Banking Law Journal*, May, pp. 377–408.
- Innes A. M. (1914) The Credit Theory of Money. *Banking Law Journal*, January, pp. 151–168.
- Juvs R. (2018) When a Central Bank Digital Currency Meets Private Money: The Effects of an e-Krona on Banks. *Sveriges Riksbank, Economic Review*, no. 3, pp. 79–99.
- Keynes J. M. (1930) *A Treatise on Money (Two Volume Set)*. Harcourt, Brace and Co. 816 p.
- Khiaonrong T., Humphrey D. (2019) Cash Use Across Countries and the Demand for Central Bank Digital Currency. *International Monetary Fund, Working Paper*, no. 46. 43 p.

- Klein M., Gross J., Sandner P. (2020) The Digital Euro and the Role of DLT for Central Bank Digital Currencies. *Frankfurt School of Finance & Management GmbH, FSBC Working Paper*, May. 24 p.
- Knapp G. (1924) *The State Theory of Money*. London, Macmillan & Co. 162 p.
- Kumhof M., Noone C. (2018) Central Bank Digital Currencies — Design Principles and Balance Sheet Implications. *Bank of England, Working Paper*, no. 725. 54 p.
- Mancini-Griffoli T., Martinez Peria M., Agur I., Ari A., Kiff J., Popescu A., Rochon C. (2018) Casting Light on Central Bank Digital Currency. *International Monetary Fund, Staff Discussion Notes*. 39 p.
- Meaning J., Dyson B., James B., Clayton E. (2018) Broadening Narrow Money: Monetary Policy with a Central Bank Digital Currency. *Bank of England, Working Paper*, no. 724. 36 p.
- Mohanty S., Sin Ng Nam. (2017) The Future Is Here Project Ubin: SGD on Distributed Ledger. *Monetary Authority of Singapore*. 44 p.
- Schmiedel H., Kostova G., Ruttenberg W. (2012) The Social and Private Cost of Retail Payment Instruments. *European Central Bank, Occasional Paper Series*, September, no. 137. 51 p.
- Wray L.R. (2015) *Modern Money Theory: A Primer on Macroeconomics for Sovereign Monetary Systems*. 2nd ed. London, Palgrave Macmillan. 322 p.
- Yanagawa N., Yamaoka H. (2019) Digital Innovation, Data Revolution and Central Bank Digital Currency. *Bank of Japan, Working Paper Series*, no. 19-E-2. 19 p.
- Yao Qian. [2018] *Technical Aspects of CBDC in Two-Tiered System*. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20180718/Documents/Yao%20Qian.pdf> (дата обращения: 06.03.2021).
- Yao Qian. (2019) Conceptual Prototype of Chinese Digital Fiat Currency. *Crypto Review*, September, vol. 1. URL: <https://cryptoreview.hk/wp-content/uploads/2019/10/Conceptual-Prototype-of-Chinese-Digital-Fiat-Currency-Crypto-Review.pdf> (дата обращения: 06.03.2021).

Статья поступила в редакцию: 20.11.2020
Статья рекомендована в печать: 30.03.2021

Контактная информация:

Кочергин Дмитрий Анатольевич — д-р экон. наук, доц.; d.kochergin@spbu.ru

Modern models of systems of central bank digital currency

D. A. Kochergin

St. Petersburg State University,
7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

For citation: Kochergin D. A. (2021) Modern models of systems of central bank digital currency. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, vol. 37, iss. 2, pp. 205–240. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2021.202>

The article examines modern models of digital currency systems of central banks (CBDC) for retail payments and wholesale settlements. The study gives economic interpretation and defines the key characteristics of central bank digital currencies, identifies the features of the main models of digital currencies systems and analyzes the most advanced national implementation projects of CBDC. The study concludes that the digital currencies of central banks are a new (digital) form of fiat money. The implementation of digital currencies of central banks is due to the need to improve the efficiency of the monetary and payment systems and is aimed at preserving of the central banks as a monetary issuer. The main advantages of digital currencies for retail payments are the offer of a highly liquid, low-risk and universally accessible means of payment. The key benefits of wholesale digital currencies are to provide faster, safer, and cheaper cross-border payments. Among the models of digital currencies systems for retail payments (R-CBDC) the model of hybrid system is characterized by the best reliability and speed when processing a large number of payment transactions. Therefore, these systems are the most promising for implementation. Between the models of systems for wholesale

payments (W-CBDC) systems with a universal digital currency are the most suitable for eliminating the main problems of cross-border payments. However, the implementation of such systems may require a large number of technological, managerial and financial changes in the payment systems of central banks. Currently, the most advanced project for issuing R-CBDC is the DCEP system of the People's Bank of China, which is implemented on the basis of a hybrid model. W-CBDC projects are implemented jointly by the central banks of the leading countries, as they require financial and technological unification of settlements. Most projects of W-CBDC involve the use of systems with a convertible or universal digital currency.

Keywords: central bank digital currencies, fiat money, money of central bank, models of digital currencies systems for retail payments, models of digital currencies systems for wholesale settlements.

References

- Adrian T., Mancini-Griffoli T. (2019) The Rise of Digital Money. *International Monetary Fund. Fintech Note*, no. 19/001. 20 p.
- Agur I., Ari A., Dell'Ariccia G. (2019) Designing Central Bank Digital Currencies. *International Monetary Fund, Working Paper*, no. 252. 36 p.
- Ali R., Barrdear J., Clews R., Southgate J. (2014) The Economics of Digital Currencies. *Bank of England, Quarterly Bulletin*, no. 54, pp. 276–286.
- Auer R., Böhme R. (2020) The Technology of Retail Central Bank Digital Currency. *Bank for International Settlements. BIS Quarterly Review*, March, pp. 85–100.
- Bech M., Faruqi U., Shirakami T. (2020) Payments Without Borders. *Bank for International Settlements. BIS Quarterly Review*, March, pp. 53–65.
- Bindseil U. (2020) Tiered CBDC and the Financial System. *European Central Bank, Working Paper Series*, no. 2351. 42 p.
- Boar C., Wehrli A. (2021) Ready, Steady, Go? — Results of the Third BIS Survey on Central Bank Digital Currency. *Bank for International Settlements, BIS Papers*, January, no. 114. 23 p.
- Calle G., Eidan D. (2020) Central Bank Digital Currency: An Innovation in Payments. R3, *White Paper*, April. 24 p.
- Engert W., Fung B. (2017) Central Bank Digital Currency: Motivations and Implication. *Bank of Canada. Staff Discussion Paper*. 26 p.
- Fanusie Y., Jin E. (2021) China's Digital Currency: Adding Financial Data to Digital Authoritarianism. URL: <https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/documents/CNAS-Report-Chinas-Digital-Currency-Jan-2021-final.pdf?mtime=20210125173901&focal=none> (accessed: 04.03.2021).
- Fernández-Villaverde J., Sanches D., Schilling L., Uhlig H. (2020) Central Bank Digital Currency: Central Banking for All? *Federal Reserve Bank of Philadelphia, Working Papers*, no. 2019. 34 p.
- Grishchenko V.O. (2019) *Fiat Money: Analytic Note*. August. Central Bank of the Russia. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/79860/analytic_note_20190829_ddkp.pdf (accessed: 26.06.2020). (In Russian)
- Houben R., Snyers A. (2020) Crypto-assets: Key Developments, Regulatory Concerns and Responses. *The European Parliament. Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies*, April. 77 p.
- Ingham G. (2020) *The Money. (What is Political Economy?)*. London, Polity. 180 p.
- Innes A. M. (1913) What Is Money? *Banking Law Journal*. May, pp. 377–408.
- Innes A. M. (1914) The Credit Theory of Money. *Banking Law Journal*. January, pp. 151–168.
- Juvs R. (2018) When a Central Bank Digital Currency Meets Private Money: The Effects of an e-Krona on Banks. *Sveriges Riksbank, Economic Review*, no. 3, pp. 79–99.
- Keynes J.M. (1930) *A Treatise on Money* (Two Volume Set). Harcourt, Brace and Co. 816 p.
- Khiaonarong T., Humphrey D. (2019) Cash Use Across Countries and the Demand for Central Bank Digital Currency. *International Monetary Fund, Working Paper*, no. 46. 43 p.
- Klein M., Gross J., Sandner P. (2020) The Digital Euro and the Role of DLT for Central Bank Digital Currencies. *Frankfurt School of Finance & Management GmbH, FSBC Working Paper*, May. 24 p.
- Kiselev A. (2019) What is the Future of Central Bank Digital Currencies?: Analytic Note. Central Bank of the Russia. April. URL: https://cbr.ru/content/document/file/71328/analytic_note_190418_dip.pdf (accessed: 26.06.2020). (In Russian)

- Knapp G. (1924) *The State Theory of Money*. London, Macmillan & Co. 162 p.
- Kochergin D. A. (2017) Place and roles of virtual currencies in the modern payment system. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, vol. 33, no. 1, pp. 119–140. (In Russian)
- Kochergin D. A. (2020) Economic Nature and Classification of Stablecoins. *Finance: Theory and Practice*, no. 6, pp. 140–160. (In Russian)
- Kochergin D. A. (2011) *Electronic Money*. Moscow, Tsentr issledovaniy platyeznykh sistem i raschetov Publ. 424 p. (In Russian)
- Kochergin D. A., Yangirova A. I. (2019) Central Bank Digital Currencies: Key Characteristics and Directions of Influence on Monetary and Credit and Payment Systems. *Finance: Theory and Practice*, vol. 23, no. 4, pp. 80–98. (In Russian)
- Kumhof M., Noone C. (2018) Central Bank Digital Currencies — Design Principles and Balance Sheet Implications. *Bank of England, Working Paper*, no. 725. 54 p.
- Mancini-Griffoli T., Martinez Peria M., Agur I., Ari A., Kiff J., Popescu A., Rochon C. (2018) Casting Light on Central Bank Digital Currency. *International Monetary Fund, Staff Discussion Notes*. 39 p.
- Meaning J., Dyson B., James B., Clayton E. (2018) Broadening Narrow Money: Monetary Policy with a Central Bank Digital Currency. *Bank of England, Working Paper*, no. 724. 36 p.
- Mohanty S., Sin Ng Nam. (2017) The Future Is Here Project Ubin: SGD on Distributed Ledger. *Monetary Authority of Singapore*. 44 p.
- Schmiedel H., Kostova G., Ruttenberg W. (2012) The Social and Private Cost of Retail Payment Instruments. *European Central Bank, Occasional Paper Series*, September, no. 137. 51 p.
- Wray L. R. (2015) *Modern Money Theory: A Primer on Macroeconomics for Sovereign Monetary Systems*. 2nd ed. London, Palgrave Macmillan. 322 p.
- Yanagawa N., Yamaoka H. (2019) Digital Innovation, Data Revolution and Central Bank Digital Currency. *Bank of Japan, Working Paper Series*, no. 19-E-2. 19 p.
- Yao Qian. [2018] *Technical Aspects of CBDC in Two-Tiered System*. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/20180718/Documents/Yao%20Qian.pdf> (accessed: 06.03.2021).
- Yao Qian. (2019) Conceptual Prototype of Chinese Digital Fiat Currency. *Crypto Review*, September, vol. 1. URL: <https://cryptoreview.hk/wp-content/uploads/2019/10/Conceptual-Prototype-of-Chinese-Digital-Fiat-Currency-Crypto-Review.pdf> (accessed: 06.03.2021).

Received: 20.11.2020

Accepted: 30.03.2021

Author's information:

Dmitry A. Kochergin — Dr. Sci. in Economics, Associate Professor; d.kochergin@spbu.ru