Оптимальная ликвидность и безрисковый портфель активов[1]

Смирнов А.Д.

Монетарное финансирование огромных расходов, вызванных борьбой с пандемией, произошло при чрезвычайных обстоятельствах. Оно, однако, имеет и долгосрочные последствия, во многом обусловленные ростом стоимости финансовых активов. Сложный и длительный процесс нормализации денежного обращения предлагается исследовать на простой модели, в которой перестройка макрофинансового портфеля активов происходит вследствие стохастической динамики «широких» денег. Стационарная модель фокусирует важнейшее макрофинансовое отношение: оптимальный объем ликвидности обязательно обеспечивается адекватной стоимостью реального богатства. Суммарные доходы безрискового портфеля богатства и финансового капитала погашают все обязательства. Выполнение этого условия способствует формированию эффективной финансовой системы, которая гарантирует предоставление займов под залог реального богатства. В краткосрочном периоде безрисковая доходность, по своему экономическому смыслу, аналогична ставке макрофинансовой операции типа РЕПО. В долгосрочном периоде безрисковая доходность, если ее ковариация со стохастическим фактором дисконтирования равна нулю, соответствует «нейтральной» ставке процента. Существенные отклонения от оптимума денег, нарушая наилучшее сочетание активов и пассивов, вызывают нежелательные последствия: либо дефицит и кризис неликвидности, либо кредитную экспансию, заканчивающуюся полным расстройством финансовой системы.

Ключевые слова: «звонкая монета»; денежная экспансия; ОДУ Эйлера; «структурированные» финансы; стохастический фактор дисконтирования.

DOI: 10.17323/1813-8691-2021-25-2-196-226

Проблематика статьи обсуждалась на теоретическом семинаре ILMA (НИУ ВШЭ) и Российском экономическом конгрессе (РЭК-2020, Москва), участникам которых автор выражает свою благодарность. Он особо признателен Ч. Гудхарту, А. Дикситу, Ф. Алескерову, С. Пекарскому и С. Серёгиной за интересные и ценные соображения о моделировании денег и финансов в современной экономике. Разумеется, всю полноту ответственности за содержание статьи несет только автор.

Смирнов Александр Дмитриевич – заслуженный деятель науки РФ, д.э.н., профессор, действительный член Российской академии естественных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». E-mail: adsmir@hse.ru

Статья поступила: 25.12.2020/Статья принята: 08.04.2021.

Для цитирования: Смирнов А.Д. Оптимальная ликвидность и безрисковый портфель активов. *Экономический журнал ВШЭ*. 2021; 25(2): 196–226.

For citation: Smirnov A.D. Optimal Liquidity and Risk-free Asset Portfolio, *HSE Economic Journal.* 2021; 25(2): 196–226. (In Russ.)

1. Постановка проблемы

1.1. Введение

Около 60 лет назад Милтон Фридман [Friedman, 1969] ввел в экономический лексикон понятие «вертолетные деньги» (helicopter money). Из простого примера оно превратилось в важную характеристику монетарного финансирования огромных расходов, вызванных борьбой с пандемией COVID-19. Так, за 2020 г. балансы центральных банков ведущих стран увеличились на 7,5 трлн долл., частично профинансировав 12 трлн долл. дополнительных совокупных государственных расходов [IMF, 2020]. Резкое расширение ликвидности, включая «вертолетные деньги», которое произошло, в основном, за счет увеличения «денег центрального банка» (outside money) весьма заметно на рис 1. Оно, похоже, помогло выдержать первый удар пандемии, но экономические последствия монетарной экспансии окутаны неопределенностью.

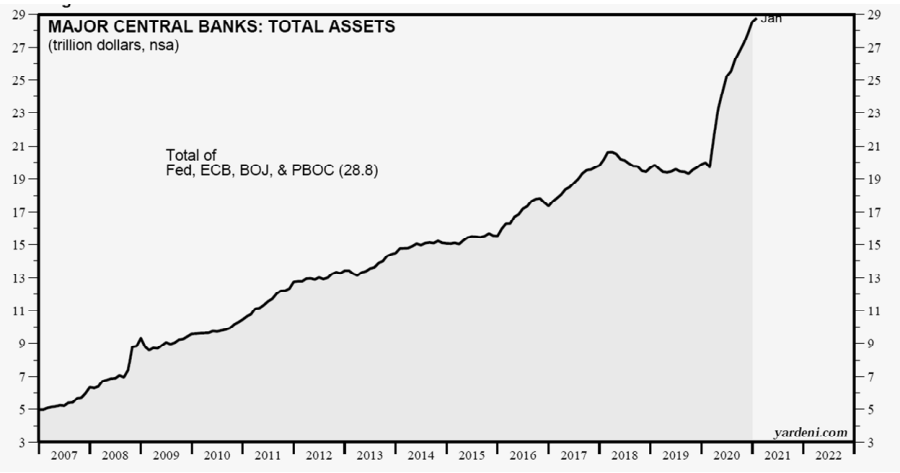


Рис 1. Активы крупнейших центральных банков

Источник: Yardeni Research.

Напомним, что погашение кредитов населением и бизнесом может сократить часть «широких» денег, которые эмитированы коммерческими банками как депозиты (inside money). Но деньги центрального банка, согласно аллюзии Дж. Тобина [Tobin, 1963] со старинной детской игрой, являются «горячей картофелиной»; они не могут исчезнуть без изменения денежно-кредитной политики. Принимая во внимание неудачные попытки

сокращения баланса ФРС в 2017–2019 гг., процесс изъятия из оборота «вертолетных денег» обещает быть длительным и непростым, если он вообще произойдет. Между тем, хотя «деньги не порождают деньги», и не только во времена Аристотеля, но деятельность глобальных банков, гигантских инвестиционных фондов (BlackRock, Vanguard, Amundi и их аналогов), цифровых платформ, таких как Aladdin, приводит к их быстрой трансформации в различные финансовые активы. Современные финансовые институты эффективно конвертируют триллионы долларов в капитал, который формируется, как правило, независимо от распределения реальных ресурсов. Долгосрочные перспективы и устойчивость такой системы в огромной степени зависят от размеров денежной массы, которая циркулирует в экономике, хотя избыточная ликвидность, разумеется, не единственная причина финансовых потрясений.

Короткие, но чрезвычайно интенсивные, конвульсии финансовых рынков в марте 2020 г. явились реакцией экономики на карантинные меры (lockdowns). Неэкономическое принуждение, обрушив занятость и производство, вызвало резкий рост рисков экстремальных событий (tail risks), что, в свою очередь, заставило инвесторов сбрасывать ненадежные активы *en masse*. Их список оказался беспрецедентно широким, включив не только акции, «мусорные» облигации и производные, но даже долговые ETFs, казначейские обязательства США и золото. Спрос на слабеющие активы был поддержан мощным денежным импульсом от центральных банков, ФРС прежде всего, который устранил острую нехватку долларовой ликвидности (the dollar liquidity squeeze) [BIS, 2020]. Массированная инъекция денег, закрепив краткосрочные ставки доходности на крайне низком (и даже отрицательном) уровне, спровоцировала масштабную и долгосрочную перестройку финансовых портфелей, а также постепенное удорожание активов.

Проблематика избыточных денег исследуется весьма активно, особенно в контексте модернизации концепции Дж.М. Кейнса о «ловушке ликвидности» [Krugman, 2012; Schmitt-Grohe, Uribe, 2017; Gopinath, 2020]. Поддерживая, в частности, предложение МВФ об усилении фискального импульса в борьбе с экономическим спадом, следует иметь в виду, что первоначальная версия гипотезы «liquidity trap» говорила не только о чрезвычайно низких ставках доходности. Пресловутая «ловушка», по Кейнсу, состояла в том, что участники рынка отказывались от приобретения активов в уверенности скорого повышения ставок, следовательно, снижения стоимости ценных бумаг. Между тем, экономические данные говорят о резком (после кризиса марта 2020 г.) росте заимствований и стоимости активов, причем эти процессы стимулировались именно низкими, и даже отрицательными, ставками доходности. Интересно отметить, что тенденция снижения доходности зафиксирована расчетами по большой модели экономических и социальных последствий пандемии Covid-19 [Kozlowski et al., 2015; 2020], блочная структура которой включает модель класса DSGE [Gourio, 2011].

1.2. Методология и результаты моделирования

Финансовый кризис марта 2020 г. отчетливо высветил взаимосвязи ликвидности (денежной массы), стоимости и доходности портфелей активов. В современных условиях, когда на доллар стоимости реального рынка приходится почти пять долларов финансовых активов, изучение этих процессов приобретает особое значение. Оно предполагает системное использование различного научного инструментария, включая разработку как больших и сложных систем интегрального характера, так и относительно простых моделей.

Последствия избыточной ликвидности в статье предлагается исследовать на стационарной модели взаимосвязей агрегированных финансовых активов, обязательств и реального богатства. Модель формулируется на основе макрофинансовой интерпретации «безрискового портфеля активов» Р. Мертона [Hull, 2017], а также концепции «инвестирования в условиях неопределенности», разработанной А. Дикситом и Р. Пиндайком [Dixit, 1991; Dixit, Pindyck, 1994]. Модель, предполагая оптимизацию ликвидности, носит нормативный характер: банкротство финансовой системы не допускается, хотя кризисы неликвидности, равно как и кредитная экспансия, могут иметь место. Экономические последствия эмиссии ликвидности исследуются на портфеле активов, который, в ходе перестройки структуры, может приносить безрисковый доход. Динамика ликвидности имеет стохастический характер, а в фазовом пространстве деньги упорядочивают различные комбинации макрофинансовых активов и обязательств. Оптимальный объем денежной массы, полностью обеспеченной реальным богатством, формирует свободный от рисков портфель активов, приносящий гарантированную доходность. Напротив, отклонения от оптимума вызывают нежелательные последствия: либо дефицит денег и кризис неликвидности, либо кредитную экспансию, заканчивающуюся расстройством макрофинансовой системы.

Статья организована следующим образом. В разделе 1 формулируются постановка проблемы и экономические предпосылки модели. Содержание модели раскрывается в разделах 2–3. Процесс оптимизации денег через их обеспечение реальным богатством, последствия дефицита ликвидности и кредитной экспансии исследуются в разделе 4. Результаты численной имитации модели содержатся в разделе 5. В контексте «стохастического фактора дисконтирования» модель обобщается в разделе 6, где безрисковая доходность интерпретируется как «нейтральная» ставка процента. Обсуждение модели и выводы содержатся в разделе 7.

1.3. Экономические предпосылки модели

В основе предлагаемой модели лежит ряд экономических гипотез о характере современной финансовой системы. Известно, что отказ от золотого стандарта при эмиссии денег, а затем от конвертации резервной валюты – доллара – в золото, наряду с процессами «дерегулирования», привели к тому, что примерно с 70-х годов прошлого столетия финансы развивались намного быстрее реальной экономики. В результате стоимость финансовых активов во много раз превысила стоимость произведенных товаров и услуг. Так, в 2019 г. глобальные финансовые активы достигли 437,8 трлн долл., включая 95,7 трлн долл. «широких» денег, тогда как мировой ВВП за этот год в номинальном выражении составил лишь 87,7 трлн долл. [Desjardins, 2020]. Финансовый джин был выпущен из бутылки.

Даже с поправкой на неточность имеющейся информации, «финансиализация» экономики закономерно привлекает внимание к анализу и уточнению зависимостей между деньгами, финансовыми активами и реальным богатством. Такое понимание каузальности и взаимодействия макрофинансовых индикаторов оказалось востребованным в исследованиях экономического содержания «цифровых денег» (central bank digital currency, CBDC) и электронной ликвидности (stable coins), формирования спектра платежных систем и альтернативных стандартов стоимости, включая биткойн (BTC) и его аналоги [Carstens, 2019; Банк России, 2020]. Модель исходит из того, что стоимость массы активов, ре-

сурсов, товаров и услуг, с которыми деньги объективно связаны посредством своей покупательной способности, формирует базу стандартизации ликвидности. Упрощение сложнейших взаимодействий денег, долгов и реального богатства позволяет сфокусировать внимание на различных конфигурациях макрофинансовых активов и пассивов, наилучшая из которых ассоциируется с безрисковым портфелем.

Растущие объемы производства и потребления в конкурентной экономике сопровождаются увеличением ожидаемых доходов, которые принимают денежную форму благодаря кредитам, предоставляемым коммерческими банками. Заем коммерческого банка возникает *ex nihilo* только первоначально, а дальнейший оборот денег (fiat money), электронных или бумажных, в устойчивых платежных системах обязательно обеспечивает возмещение всех предоставляемых кредитов реальными активами, товарами и услугами[2]. В модели ликвидность ассоциируется с «суверенными деньгами» (sovereign currency), что исключает банкротство финансовой системы. Вместе с тем, увеличение (снижение) доходов и количества денег в обращении повышает (уменьшает) общую стоимость реальных и финансовых активов, облегчая (ухудшая) погашение долгов. Доминирование коммерческих депозитов в составе «широких» денег [McLeay et al., 2014], являясь монетарной реакцией на изменения агрегированного спроса, объясняет как случайный характер процесса эмиссии ликвидности на макроуровне, так и его коррелированность с динамикой номинального продукта или богатства. Действительно, хотя любое реальное богатство может обслуживаться соответствующим количеством денег [Wray, 2014], но стохастическая динамика последних, «отслеживая» поведение экономической системы, формирует различные по эффективности конфигурации финансовых активов и обязательств.

Далее. Многовековая история убедительно демонстрирует, что деньги, не обеспеченные реальными ресурсами (богатством), не способны обогатить общество в целом, равно как и служить эффективной мерой эквивалентности стоимостей. Идея соответствия реального богатства и стоимости денег (money collateralization) может быть прослежена вплоть до трудов Джона Лоу (John Law) и Адама Смита (Adam Smith), которые заложили основы так называемой «доктрины реальных векселей» (real bills doctrine) [Humphrey, 1982; French, 2009; Pringle, 2011]. Можно напомнить, что Д. Рикардо был убежденным сторонником золотого стандарта стоимости, а Дж.С. Милль, сопоставляя предложение денег со стоимостью товаров и услуг, которые они покупали, по существу, следовал концепции, аналогичной коллатерализации денег [Galbraith, 1975]. Фундаментальная значимость концепции «надежных» денег несомненна, хотя в прошлом «доктрина реальных векселей» иногда некорректно интерпретировалась как директива о применении конкретной монетарной политики. В предлагаемой модели коллатерализация ликвидности происходит в процессе оптимизации, обусловленном размерами реального богатства. Как следствие, деньги, эмитированные в оптимальном количестве, надежны (sound money) и обеспечивают равенство стоимостей безрискового портфеля активов и реального богатства.

Наконец, монетарная теория детально исследовала функции денег, включая их «удобство» (money convenience) в процессах обращения, а также заимствований и погаше-

[2] Предоставление банковского займа *ex nihilo*, замеченное еще в XV в. венецианским сенатором Томмазо Контарини [Galbraith, 1975], является, пожалуй, одной из величайших мистерий финансовой практики. Этот же аспект создания «fountain pen money» коммерческими банками глубоко исследован Дж. Тобином [Tobin, 1963].

ния долга. Действительно, «деньги не порождают деньги» (*pecunia pecuniam parere non potest*), но, превращаясь в капитал, они становятся самовозрастающей стоимостью. «Удобство денег», скорее, их преимущество, в современной экономике наиболее заметно проявляется в деятельности инновационных финансовых институтов, занятых «структурированным финансированием» (structured finance), таких как управляющие фонды, инвестиционные платформы, ETF и т.д. Деньги, превращаясь в активы, накапливаются синергически и ускоренно растут по стоимости, прежде всего, в этой сфере. Деятельность фондов «структурированного финансирования» в модели характеризуется степенной функцией («удобства денег», иначе, «финансового капитала»), значение которой отражает капитализацию ожидаемых потоков ликвидности. Соотношения «финансового капитала», финансовых обязательств и реального богатства для различных уровней ликвидности определяют в модели фазы развития финансовой системы.

Экономическое содержание модели формализовано как поведение автономной системы, финансовые активы и обязательства которой формируются стохастической динамикой ликвидности. Функции долга и «финансового капитала» находятся из решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) Эйлера второго порядка, с переменными коэффициентами и действительными характеристическими корнями. Макрофинансовые индикаторы, балансы и фазовая структура денежной динамики рассчитаны и иллюстрированы графиками, выполненными в программе Mathematica 10.3.

2. Основные параметры и индикаторы модели

2.1. Реальное богатство, ликвидность и параметры финансового рынка

Модель характеризует поведение конкурентных финансовых и реальных рынков. Реальное богатство приносит доход, но величина богатства, $W = const$, фиксирована[3], например, на уровне «справедливой» рыночной цены (fair market value of wealth, FMV). Это – серьезное упрощение реальности, которое, однако, не противоречит экономической стагнации, характерной, в частности, для периода преодоления последствий пандемии COVID-19[4]. В модели полагается, что предложение ликвидности соответствует потребностям агрегированной экономики, а нулевая эластичность богатства по деньгам позволяет абстрагироваться от сложностей их взаимной адаптации.

В современных условиях фидуциарные деньги, или (абсолютная) ликвидность $s(t)$, представлены в основном, символами (электронными кодами), идентифицирующими депозиты и их размеры, а бумажная наличность оттеснена на второй план. В спектре финансовых инструментов ликвидность является наименее рискованным финансовым активом [Goodhart, 2011]. Динамика (мгновенных) темпов прироста ликвидности, $ds(t)/s(t)$, поэтому, может следовать стохастическому дифференциальному уравнению:

[3] М. Фридман в работе «The Optimum Quantity of Money» (1969, p. 2) полагал объем физических ресурсов постоянным.

[4] Например, по расчетам (до второй волны пандемии) Европейского центрального банка, экономика стран еврозоны восстановит докризисный уровень лишь в 2022 г. [ECB, 2020].

(1) $$ds(t)/s(t) = adt + \sigma dZ(t),$$

где a, σ – положительные параметры дрейфа и волатильности, а $Z(t) = \int_0^t dZ(u)$ является стандартным броуновским движением [Smirnov, 2001; 2012]. Следует иметь в виду, что термин «ликвидность» в литературе по теоретическим и практическим финансам используется двояко, что часто создает семантические коллизии и, конечно, не очень удобно. В статье термин «ликвидность» будет применяться, как правило, синонимично понятию денежной массы (фидуциарных денег) s. Свойства относительной ликвидности ε, которая характеризует рыночную возможность конвертации актива в деньги, либо заимствований под залог стоимости актива, будут исследованы в разделе 3.

Стохастическая динамика денег[5], отражая соотношения агрегированных спроса и предложения, определяет текущую стоимость инструментов общего долга $B(s)$, активов «структурированных финансов» $f(s)$, а также ресурсов, вовлеченных и не вовлеченных в финансовые операции, $F(s)$ и $H(s)$, соответственно. Все эти функции будут подробно объяснены в дальнейшем. Они полагаются зависящими только от денежной массы: $u[t, s(t)] = u[s(t)] = u(s)$, где $u(s) \in \{B(s), f(s), F(s), H(s)\}$, а свойство автономности макрофинансовой системы позволяет моделировать ее поведение в фазовом пространстве (в модели – массы денег), что значительно проще динамики реально происходящих процессов.

Структура финансового рынка в модели задана стандартными отношениями между (постоянными) ставками рискованной доходности совокупного долга μ, его текущей доходности δ, а также ожидаемым изменением его стоимости a:

$$\mu = a + \delta,$$

где параметр a характеризует величину дрейфа в уравнении (1). Альтернативно, ставка μ раскладывается на ставку безрисковой доходности r и стоимость рисков $\lambda\sigma$:

$$\mu = r + \lambda\sigma,$$

где λ – цена единицы риска, а σ – волатильность денежной динамики. Ставка безрисковой доходности, как будет показано в дальнейшем, соответствует размерам дохода от реального богатства[6]. Из уравнений, связывающих ставки доходности, следует равенство соответствующих спредов:

(2) $$a - \lambda\sigma = r - \delta,$$

[5] «Внешние» и «внутренние» деньги [Lagos, 2006] в модели не различаются, поскольку частный и общественный сектора не разделены.

[6] Оценка фактической величины этой ставки может быть проведена с использованием кривых безрисковой доходности (riskless yield curves), рассчитываемых на основе суточных свопов (overnight index swaps, OIS).

которое используется в дальнейшем для объяснения структуры стоимости безрискового портфеля финансовых активов. В модели полагается, что спреды (2) положительны.

2.2. Динамика стохастического долга

Стоимость рискованного долга $B(s)$ рассматривается как капитализация бесконечного потока случайно изменяющихся денежных платежей. За короткий период времени dt приведенная стоимость совокупного долга $B(s)$ распадается на его ожидаемое удорожание $\mathrm{E}_t\big[B(s+ds)\big]$, где E_t – оператор ожиданий, обусловленных текущей информацией, а также на периодические платежи sdt. В соответствующем стохастическом уравнении

$$B(s) = sdt + \exp\big[-\mu\, dt\big]\,\mathrm{E}_t\big[B(s+ds)\big]$$

ожидаемое удорожание консолидированного долга непрерывно дисконтируется согласно $\exp[-\mu dt]$.

Альтернативно, для ставки рискованной доходности μ ожидаемое изменение стоимости долга $\mathrm{E}_t\big[dB(s)\big]$ соответствует стоимости обязательств $\mu B(s)dt$ за вычетом их периодического обслуживания $s(t)dt$. Таким образом, стоимость агрегированного долга следует дифференциальному уравнению:

$$\mathrm{E}_t\big[dB(s)\big] = \big[\mu B(s) - s(t)\big]dt, \tag{3}$$

согласно которому отношение $s/B(s)$ определяет ставку текущей доходности δ (current yield), а $\mathrm{E}_t\big[dB(s)\big]/B(s)$ соответствует параметру дрейфа в уравнении (1). Применяя к процессу $\mathrm{E}_t\big[dB(s)\big]$ лемму Ито, получаем выражение

$$\mathrm{E}_t\big[dB(s)\big] = \mathrm{E}_t\Big[B'(s)ds + 0{,}5B''(s)(ds)^2\Big] = \Big[asB'(s) + 0{,}5\sigma^2 B''(s)\Big]dt.$$

Оно преобразует уравнение (3) в ОДУ Эйлера относительно функции стоимости долга $B(s)$ и ее производных $B'(s)$ и $B''(s)$:

$$0{,}5\sigma^2 s^2 B''(s) + asB'(s) - \mu B(s) + s = 0. \tag{4}$$

Неоднородное дифференциальное уравнение (4) определяет динамику стоимости долга и формирует граничное условие для оптимальной эмиссии денег. Ожидаемая доходность случайной динамики долга измеряется ставкой (risk-adjusted) μ, учитывающей риски, в частности, дефолта.

Однородная часть уравнения (4) имеет общее решение:

$$B_H(s) = A_1 s^{\rho_1} + A_2 s^{\rho_2}, \tag{5}$$

где A_1, A_2 – произвольные константы, а $\rho_1 < 0$, $\rho_2 > 0$ – действительные корни характеристического (индикативного) уравнения:

$$0{,}5\sigma^2\rho(\rho-1)+a\rho-\mu=0.$$

Действительность характеристических корней (положительность дискриминанта) делает уравнение Эйлера нечастым участником приложений, но в нашем случае ОДУ (4) полностью определено экономическим содержанием и структурой долгового рынка.

Экономический анализ общего решения (5) показывает, что оно не удовлетворяет предположениям модели; в частности, выражение $\lim_{s\to 0} A_1 s^{\rho_1} = \infty$ не имеет содержательного смысла. Поэтому, во избежание экономической некорректности, первая произвольная постоянная в (5) принята равной нулю, $A_1 = 0$. Вторая константа в (5) также приравнивается нулю, $A_2 = 0$, но по другим причинам: предполагается, что в модели стоимость общего долга зависит от размеров ликвидности и изменяется без ускорений или замедлений. Этим условиям соответствует частное решение $B_{NH}(s)$ уравнения (4), которое является линейной функцией ликвидности:

$$B_{NH}(s) \equiv B(s) = \frac{1}{\delta}s, \qquad (6)$$

где $\delta = \mu - a$ – ставка текущей доходности долга. Функция (6) представляет свертку ожидаемой стоимости рискованного долга, растущего в реальном времени со скоростью a и дисконтируемого по ставке доходности μ:

$$\mathrm{E}_t\left[\int_0^\infty s e^{at} e^{-\mu t} dt\right] = s\int_0^\infty e^{-\delta t} dt = \frac{1}{\delta}s.$$

Таким образом, вдоль координаты ликвидности общая сумма долга (6) изменяется с постоянной скоростью $B'(s) = 1/\delta = const$ и нулевым ускорением $B''(s) = 0$. Экономический интерес представляют ситуации, когда объем заимствований не меньше стоимости реального богатства, $B(s) - W \geq 0$, поскольку погашение долга для неравенства, $B(s) - W < 0$, в принципе, не вызывает затруднений.

2.3. Безрисковый портфель и финансовый капитал

В условиях, когда развитие экономики происходит при доминировании финансовых состояний и потоков, исследование макрофинансового портфеля активов, даже в упрощенном виде, более чем оправдано. В модели портфель $P(s)$, приносящий доходы его владельцам, состоит из двух рискованных активов: денег s и производного от них агрегата «финансового капитала» $f(s)$. Трансформация денег в капитал, по сути, является процес-

сом диверсификации рисков, причем осуществляемой не анонимным вальрасианским «аукционистом», а конкурентной средой и взаимодействием финансовых рынков. Стоимость портфеля полагается взвешенной величиной:

$$P(s) = \theta_1 s + \theta_2 f(s), \quad (7)$$

где θ_1, θ_2 – переменные параметры (положительные или отрицательные), сумма которых не обязательно равна единице. В данном разделе портфель активов (7) используется для нахождения в явном виде функции «финансового капитала», а в разделе 4 будет показано, что для оптимального объема ликвидности он характеризует особое состояние макрофинансовых активов и обязательств. Покупки и продажи исходного и производного активов порождают непрерывную перестройку портфеля (7), стоимость которого за короткий промежуток времени меняется в соответствии с уравнением:

$$dP(s) = \theta_1 ds + \theta_2 df(s).$$

Рискованные изменения стоимости «финансового капитала», согласно лемме Ито, имеют следующее представление:

$$df(s) = f'(s)ds + 0{,}5 f''(s)(ds)^2.$$

Эмиссия денег изменяет параметры портфеля θ_1, θ_2, а следовательно, и стоимость портфеля. Если дополнительная ликвидность в количестве $f'(s)$ единиц расходуется (продается) на приобретение единицы дополнительного «финансового капитала», $f(s)$, то продажи и покупки активов в пропорциях $\theta_1 = +f'(s)$ и $\theta_2 = -1{,}0$ устраняют их рискованность[7]. Такие нормы обмена, в соответствии с уравнением (1), уменьшают стоимость безрискового портфеля $d\hat{P}(s)$ за короткий период времени dt на величину

$$d\hat{P}(s) = -0{,}5\sigma^2 s^2 f''(s)dt.$$

Между тем, по экономическому смыслу, трансформация денег в капитал должна обеспечить положительность стоимости портфеля. Это условие выполняется, если доходность безрискового портфеля не только компенсирует уменьшение его стоимости, но и гарантирует новые денежные поступления. В модели ориентирами доходности служат ставки безрисковой и текущей доходности r и δ. Сказанное выше означает, что доход безрискового портфеля в краткосрочном периоде $r\hat{P}(s)dt$ должен удовлетворять уравнению

$$r\hat{P}(s)dt = d\hat{P}(s) + \delta s f'(s)dt, \quad (8)$$

где выражение $\delta s f'(s)dt$ соответствует текущему доходу. Поскольку в модели стоимость реальных ресурсов (богатства) постоянна, то текущий доход совпадает с размера-

[7] Это предположение требует, разумеется, дополнительных эмпирических исследований.

ми эмиссии ликвидности за короткий период времени, т.е. сеньоражем, и, следовательно, $\delta sf'(s)dt = sdt$. Стоимость безрискового портфеля активов зависит, таким образом, от размеров ликвидности, функции финансового капитала и ее производных. Ставка доходности $r > 0$ не содержит рисков, обусловленных неопределенностью эмиссии денег. Если ее величина неизменна в течение длительного времени, то экономически она аналогична «естественной», по К. Викселлу, или «нейтральной», ставке процента (раздел 8).

Стоимость «финансового капитала» проще вычислить из модифицированного уравнения доходности безрискового портфеля (8), разрешенного относительно функции финансового капитала $f(s)$ и ее производных:

$$rf(s) = 0{,}5\sigma^2 s^2 f''(s) + (r-\delta)sf'(s), \tag{9}$$

которое является однородным ОДУ Эйлера. Его общее решение дается линейной комбинацией функций:

$$f(s) = K_1 s^{\beta_1} + K_2 s^{\beta_2}, \tag{10}$$

где K_1, K_2 – константы интеграции, а $\beta_1 < 0$ и $\beta_2 > 1$ – действительные корни характеристического уравнения

$$0{,}5\sigma^2\beta(\beta-1) + (r-\delta)\beta - r = 0. \tag{11}$$

Во избежание экономической несообразности (бесконечно высокой стоимости капитала при нулевой эмиссии денег) первая константа в (10) принята равной нулю, $K_1 = 0$. Величину второй (положительной) константы интегрирования, по экономическому смыслу, удобнее вычислить в ходе решения задачи коллатерализации денег (раздел 4). Таким образом, функция «финансового капитала» принимает следующий вид:

$$f(s) = Ks^{\beta};\ K \equiv K_2 > 0;\ \beta \equiv \beta_2 > 1. \tag{12}$$

По своему экономическому содержанию функция (12) соответствует капитализации активов инвестиционных фондов и платформ, которые занимаются «структурированными финансами». Для этой функции стоимость макрофинансового безрискового портфеля (8) соответствует чистой задолженности системы, которая является положительной величиной и вычисляется по формуле

$$\hat{P}(s) = (\beta-1)Ks^{\beta} > 0.$$

3. Финансиализация экономики и макрофинансовый баланс

На положительном полуинтервале значений денежной массы, если равенства $B(0) = f(0) = 0$ выполняются для нулевой эмиссии, то функции консолидированного долга $B(s)$ и «финансового капитала» $f(s)$ монотонно, хотя и по-разному, растут. Вместе с

финансовыми индикаторами $F(s)$ и $H(s)$, которые объясняются в данном разделе, они полностью характеризуют поведение автономной макрофинансовой системы.

Модель включает два отношения связи, которые существуют на любом (знак $\forall$) уровне денежной массы в обращении, $0 \le s \le \tilde{s} < \infty$. Первое отношение отражает взаимосвязи фундаментальной стоимости (FMV) «реального» богатства, W, степени его «финансиализации» $F(s)$, и рыночной цены (индекса) реальных активов $H(s)$, не вовлеченных в финансовый оборот:

$$W = F(s) + H(s); \forall s \ge 0. \quad (13)$$

«Финансиализация» элементов реального богатства, например, эмиссия акций под физический капитал компании, либо получение ипотечного кредита под стоимость дома, измеряет степень вовлеченности реальных ресурсов в финансовый оборот. Таким образом, функция $F(s)$ отражает совокупную стоимость регулярных финансовых инструментов: облигаций, акций и обычных деривативов. Термин «финансиализация» (financialization) неблагозвучен как в русском, так и английском языках. Однако он точно характеризует сущность процесса трансформации реальных ресурсов в активы и обязательства и их вовлечение в финансовый оборот.

Противоположный процесс – ликвидации финансовых инструментов и их реконверсии в активы с вмененной рыночной стоимостью – представлен функцией $H(s)$. На заданном интервале значений денежной массы функции $F(s)$ и $H(s)$ неотрицательны и изменяются в пределах своих экстремальных значений, 0 или W. Эмпирическая идентификация функций $f(s)$, $F(s)$ и $H(s)$ требует дальнейших уточнений, поскольку модель не различает, к примеру, обыкновенные ипотечные займы, REMICs и ценные бумаги, обеспеченные ипотечными займами (MBS).

«Финансиализация» и «финансовый капитал» связаны с величиной совокупного долга отношением

$$F(s) + f(s) = B(s); \forall s \ge 0, \quad (14)$$

которое формулирует условия обеспеченности долговых обязательств действующими финансовыми активами. Поскольку долг и «финансовый капитал» заданы в явном виде формулами (6) и (11), то функция «финансиализации» принимает следующую форму: $F(s) = \delta^{-1}s - Ks^{\beta}$.

Совместно отношения (13) и (14) образуют общее уравнение макрофинансовой системы

$$\left[W - H(s)\right] + f(s) = B(s); \forall s \ge 0, \quad (15)$$

которое отражает взаимодействие финансового и реального рынков. Подразумевая эмиссию «суверенных денег» и не допуская глобального банкротства, оно реализует нормативное свойство модели. Уравнению (15) соответствует баланс совокупных активов и обязательств, который приведен в табл. 1.

Таблица 1.

Макрофинансовый баланс

Активы	Обязательства
Богатство, W	Общий долг, $B(s)$
Финансовый капитал, $f(s)$	Физические активы, $H(s)$
Всего активов, $W + f(s)$	Всего пассивов, $B(s) + H(s)$

Баланс в табл. 1 можно рассматривать как финансовый счет агрегированной экономики, в котором разность стоимости активов и обязательств фиксируется как позиция, отражающая стоимость «физических активов». Согласно макрофинансовому балансу, совокупный долг поддерживается двумя классами активов: реальным богатством, оцененным по его фундаментальной стоимости, и финансовым капиталом (деньгами, возведенными в степень $\beta > 1$). Такие балансы будут рассчитаны в разделе 5 для различных фаз динамики денег.

4. Характеристики оптимальной коллатерализации денег

4.1. Деньги и безрисковый портфель активов

В предложенной модели стоимость портфеля активов (7), когда ликвидность оптимизирует состояние системы, т.е. значения макрофинансовых функций, становится равной фундаментальной стоимости богатства W. Доход, который приносит оптимизируемый портфель активов, полностью возмещает макрофинансовые обязательства и компенсирует возможные потери из-за неопределенности будущего. Эта важная особенность безрискового портфеля и его доходов появляется, когда деньги полностью обеспечены богатством; в противном случае неоптимальных объемов ликвидности эти свойства не имеют места.

Обеспечение денег реальными ресурсами, иначе, коллатерализация ликвидности, в условиях конкуренции происходит как процесс поиска наилучшего соотношения между реальным богатством, финансовыми активами и обязательствами. Поскольку эти индикаторы взаимосвязаны, то эмиссия денег, увеличивая стоимость финансовых активов и пассивов, минимизирует величину богатства, не вовлеченного в финансовый оборот. Если полагать, что на определенном уровне ликвидности рыночные стоимости активов (богатства и «финансового капитала») и пассивов (агрегированного долга) уравновешиваются, то финансиализация экономики становится полной и функция $H(s)$ достигает минимального (нулевого) значения. Иными словами, автономная система, связанная уравнением (15), минимизируется априори неизвестным количеством денег s:

$$\min_s H(s) = \min_s \left(W + K s^{\beta} - \frac{1}{\delta} s \right). \tag{16}$$

В процессе оптимизации ликвидности находятся две неизвестные характеристики: объем оптимальной ликвидности s^* и параметр K – вторая константа интеграции из (10). Нормативный характер модели формулирует требование о погашении в точке оптимума денег всей стоимости долга, которое является граничным условием касания функций $f(s)$ и $B(s)$. Общее равенство суммарной стоимости активов, W и $f(s)$, и стоимости обязательств $B(s)$ диктует минимальность стоимости активов, не вовлеченных в финансовый оборот, $H(s^*)=0$. Таким образом, вышеперечисленные условия образуют совместную систему уравнений:

$$(17) \qquad \begin{aligned} & K s^{\beta} + W - \frac{1}{\delta} s = 0 \\ & \beta K s^{\beta-1} - 1/\delta = 0 \end{aligned}$$

относительно неизвестных s^* и константы K. В задаче оптимизации (17) первое уравнение системы определяет условие «сопоставимости значений» (value matching), а второе – отражает требование «гладкого склеивания» (smooth pasting)[8] соответствующих функций. Положительная константа K обеспечивает выполнение условия минимума второго порядка, $\beta(\beta-1)K s^{\beta-2} > 0$.

С экономической точки зрения решение системы уравнений (17) определяет оптимальный объем ликвидности s^*:

$$(18) \qquad s^* = \frac{\beta}{\beta-1}\delta W.$$

Оно характеризует деньги как надежный финансовый инструмент (sound money), поскольку стоимость оптимального количества денег полностью обеспечена (коллатерализована) реальным богатством. Это утверждение является следствием того, что в точке оптимума денег s^* стоимость безрискового портфеля не просто положительная величина, а равна величине *FMV* реального богатства:

$$(19) \qquad (\beta-1)K s^{*\beta} = W.$$

Данное равенство, предполагая выполнение условия $K = (\beta\delta)^{-1} s^{*(1-\beta)}$, имеет место для оптимального количества денег, которое уравнивает чистую задолженность системы (левая часть) и фундаментальную стоимость реального богатства (правая часть). Для других объемов денежной эмиссии равенства (19) нет. Графически процесс оптимальной коллатерализации денег представлен на рис. 2.

---

[8] Более сложные условия «сопоставимых значений» и «гладкого склеивания» используются в решении задач динамического программирования.

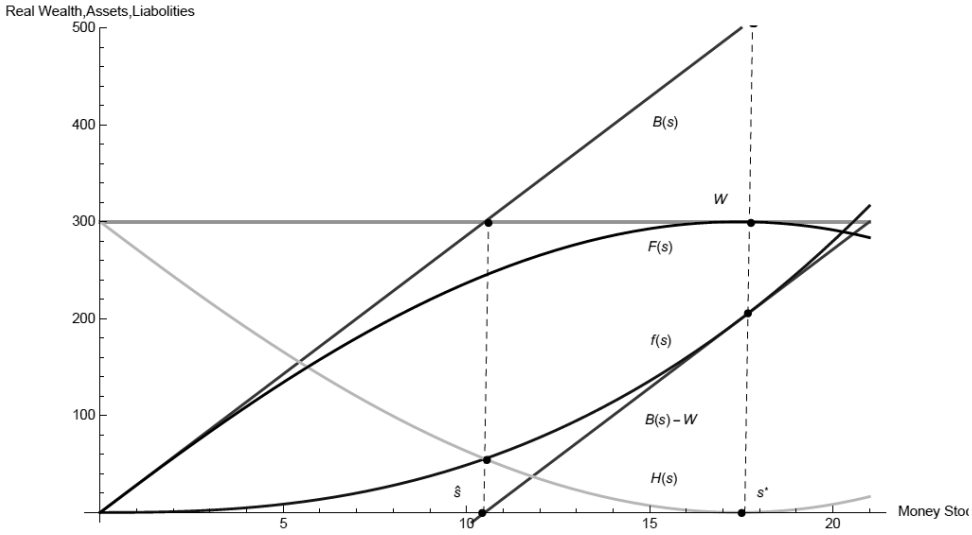


Рис. 2. Оптимальная коллатерализация ликвидности

В точке оптимума ликвидности, где выполняется условие $s^* f'(s^*) = B(s^*)$, стоимость портфеля активов равна стоимости реального богатства:

$$\tilde{P}(s^*) = s^* f'(s^*) - f(s^*) = B(s^*) - f(s^*) = (\beta - 1) K s^{*\beta} = W. \quad (20)$$

Интересно, что эмпирическая информация о глобальной финансовой системе [Desjardins, 2020] , представленная укрупненным балансом в табл. 2, характеризует соотношение реального богатства, «финансового капитала» и агрегированных обязательств, которое вполне соответствует условию (20).

Таблица 2.

Глобальный финансовый баланс, трлн долл.

Активы	Пассивы
Стоимость реального богатства, $W = 360,6$ Финансовый капитал, $f(s) = 77,2$	Общая стоимость финансовых обязательств, $B(s) = 437,8$
Всего: $W + f(s) = 437,8$	Всего: $B(s) = 437,8$

Конечно, давать научные заключения о характере мирового портфеля финансовых активов на основе только данной информации не представляется возможным. Вместе с тем отмеченная структура позиций баланса указывает на целесообразность научных изысканий в данном направлении.

4.2. Локальные соотношения ликвидности

Оптимальная эмиссия денег способствует формированию доходов по безрисковой ставке $r > 0$. Согласно уравнению (8), в краткосрочном периоде dt доходы безрискового портфеля активов rW соответствуют следующему соотношению:

$$rW\,dt = d\tilde{P}(s^*) + s^* dt\,. \tag{22}$$

С другой стороны, согласно уравнению (9), безрисковый доход «финансового капитала» $rf(s^*)$ обеспечивает полное выполнение финансовых обязательств:

$$r\,f(s^*)dt = -d\tilde{P}(s^*) + \left[rB(s^*) - s^*\right]dt. \tag{23}$$

Таким образом, совместно безрисковые доходы макрофинансовых активов – богатства и финансового капитала – в краткосрочном периоде dt гарантируют обслуживание долга $rB(s^*)dt$, что означает выполнение балансового равенства:

$$r\left[W + f(s^*)\right] = rB(s^*). \tag{24}$$

Численные значения этого баланса безрисковых доходов представлены в табл. 6 раздела 5.

Решение задачи оптимизации ликвидности (18) имеет еще одно интересное представление, а именно, оптимального «отношения наличности» (cash ratio) или «отношения РЕПО» (repo ratio):

$$\varepsilon^* = s^*/W = \beta\delta/(\beta - 1). \tag{25}$$

В краткосрочном периоде уровни относительной ликвидности определяются контекстом решаемой задачи. Уравнение (25) допускает интерпретацию условия доступности (attainability) ликвидности, которое определяет оптимальное количество денег, достаточное для осуществления заимствований под залог реального богатства. Краткосрочным аналогом таких операций являются сделки РЕПО (обратного выкупа для центральных банков), в которых обеспечением может выступать стоимость безрискового портфеля активов[9].

Условие (22), принимая во внимание равенство (19), позволяет вычислить доход безрискового портфеля активов через соотношение финансового потока:

$$rW = s^* - 0{,}5\sigma^2\beta W,$$

в котором эмиссия денег – единственный источник (рискованных) доходов. Это равенство в относительной форме имеет следующий вид:

[9] Алгоритмы поиска адекватной ликвидности (liquidity seeking algos) в настоящее время активно разрабатываются основными участниками краткосрочных сделок типа РЕПО.

(26) $$\varepsilon^* = s^*/W = r + 0{,}5\sigma^2\beta.$$

Таким образом, оптимизация количества денег для портфеля, свободного от рисков, приводит к альтернативному определению оптимальной нормы относительной ликвидности (по отношению к богатству) s^*/W : либо соответственно равенству (25), либо согласно уравнению (26). Таким образом, для оптимальной нормы относительной ликвидности удовлетворяется следующее уравнение:

(27) $$\beta\delta/(\beta-1) = r + 0{,}5\sigma^2\beta,$$

которое есть просто преобразованное характеристическое уравнение (11). Для ситуации оптимального количества денег оно раскрывает связь безрисковой ставки процента и ставки текущей доходности долга и может использоваться для вычисления оптимальной нормы относительной ликвидности. В частном случае равенства нулю дисперсии ликвидности текущая доходность долга становится пропорциональной ставке безрисковой доходности: $[\beta/(\beta-1)]\delta = r$.

Сопоставляя уровни фактической ε и оптимальной ε^* относительной ликвидности, можно различать ситуации:

$$\varepsilon \begin{cases} < \\ = \\ > \end{cases} \varepsilon^*, \quad \begin{matrix} \textit{кризис неликвидности}; \\ \textit{оптимум денег}; \\ \textit{избыточная ликвидность}. \end{matrix}$$

Соответственно, уровень оптимальной ликвидности выше ее «дефицитного» объема, но меньше «избыточных» денег. Иными словами, «надежные» деньги (звонкая монета) защищены реальным богатством, а «финансовый капитал», в свою очередь, обеспечивает погашение части долговых обязательств. При этом, степень дополнительной поддержки долговых обязательств активами инновационных финансовых фондов характеризуется «синергетическим» множителем $\beta/(\beta-1) > 1$.

4.3. Фазы поведения финансовой системы

Поведение макрофинансовой системы в фазовом пространстве (вдоль координаты денежной массы) соответствует различным экономическим сценариям, которые задаются последовательностями логических импликаций ($\Rightarrow$ если, то):

$$s\uparrow,\downarrow \Rightarrow F(s)\uparrow,\downarrow \Rightarrow f(s)\uparrow,\downarrow \Rightarrow B(s)\uparrow,\downarrow \Rightarrow H(s)\downarrow,\uparrow .$$

Как известно, доходы принимают денежную форму благодаря коммерческим кредитам, которые поддерживаются резервами, предоставляемыми центральным банком. В нормальных экономических условиях объем денег растет, общая стоимость реальных и финансовых активов, $W + f(s)$, увеличивается, а растущие долги $B(s)$ полностью погашаются. Эта тенденция доминирует, учитывая положительность параметра a в урав-

нении (1), но эмиссия денег может и сокращаться. Тогда, в процессе погашения долга деньги исчезают, а массовая продажа активов сопровождается финансовыми потерями и реинвестированием ликвидности в физическое богатство. На рис. 3 видно, деньги адекватно обеспечены богатством только в точке оптимума $s = s^*$. Значительные уклонения от нее приводят к неравенствам $(\beta - 1) K s^{\beta} \neq W$, которые свидетельствуют об ухудшении финансирования – получении денежных средств и погашении долга – вне оптимальной денежной эмиссии.

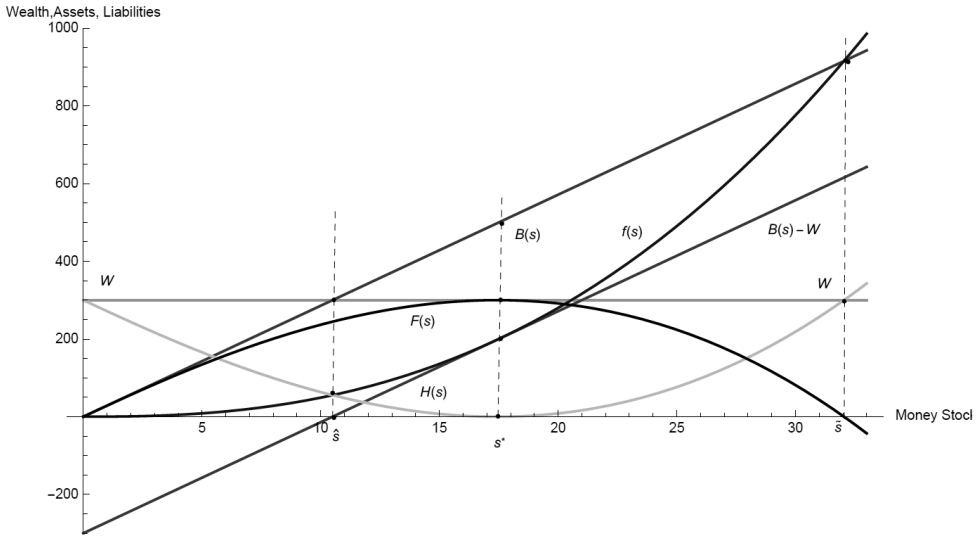


Рис. 3. Фазовая диаграмма поведения системы

Так, эмиссия в размере $s = \hat{s}$ увязывает весь размер долга с реальным богатством, $B(\hat{s}) = W$, что, согласно макробалансу (15), требует равенства финансового капитала ресурсам, не вовлеченным в финансовый оборот, $f(\hat{s}) = H(\hat{s})$. Следовательно, в этой точке финансы развиты недостаточно.

Прохождение точки оптимума (справа от $s = s^*$ на рис. 3) вызывает ускоренный рост стоимости активов «структурированного финансирования». Как следствие, большие уклонения, $\tilde{s} \gg s^*$, делают неэффективными попытки ликвидации финансовых продуктов посредством их конвертации в реальное богатство. В результате нарастает дисбаланс массы денег и реального богатства, а за пределами $s = \tilde{s}$, где $H(\tilde{s}) = W$ и $f(\tilde{s}) = B(\tilde{s})$, рациональное поведение системы становится невозможным. Происходит полное расстройство финансов (financial distress).

Финал денежной экспансии (крайняя правая точка $\tilde{s}$ на рис. 3) вполне согласуется с выводами экономистов Австрийской школы о невозможности «…избежать окончательного краха, вызванного кредитной экспансией» [von Mises, 1996, p. 572]. Модель, вместе с тем, такой вывод существенно дополняет: расстройство финансов действительно неизбежно, но лишь для объемов денег, существенно превышающих их оптимальное количество.

Сказанное не противоречит тому, что в экстремальных ситуациях типа пандемии COVID-19 эмиссия ликвидности центральными банками может стабилизировать поведение основных финансовых рынков. Однако «лечение подобного подобным» с экономической точки зрения предполагает соразмерность эмиссии резкому расширению спроса на деньги, который спровоцирован экстремальными условиями. Идентификация таких состояний, по своей сложности сопоставимых с диагностированием «иррационального возбуждения» рынка («irrational exuberance», Alan Greenspan), требует специальных исследований. Кроме того, современные центральные банки располагают богатым арсеналом средств, способных изымать из обращения избыточную ликвидность, например, посредством размещения на рынке собственных долговых обязательств [Rule, 2011].

Основные фазы развития финансовой системы, связанные с эмиссией ликвидности, представлены в табл. 3 для значений ликвидности: $0 < \hat{s} < s^* < \tilde{s}$. Малые объемы ликвидности означают «дорогие» деньги и недостаточно развитую финансовую систему, тогда как «избыточная» ликвидность сопровождается обесцениванием денег и расстройством финансового посредничества. Неравенства во второй строке табл. 3 соответствуют финансовой системе с объемом заимствований, адекватным потребностям реальной экономики и гарантированно погашаемым доходами.

Таблица 3.

Фазы финансовой системы

Характеристики состояния	Неравенства
Недостаточно развитые финансы, $f(\hat{s}) = H(\hat{s}) > 0$	$f(\hat{s}) \ll W = B(\hat{s})$
Нормальное состояние финансов*, $W + f(s^*) = B(s^*)$	$f(s^*) < W < B(s^*)$
Вырождение финансов, $W < 0$	$W \ll f(\tilde{s}) = B(\tilde{s})$

* Величину $B(\tilde{s})$ следует интерпретировать как общий объем финансовых обязательств.

Отличия фаз связаны со значительными изменениями количества денег в обращении, поэтому в «нормальных» условиях их различия заметны в долгосрочном периоде, когда меняются соотношения макрофинансовых индикаторов. Графически фазы соответствуют точкам, выделенным на рис. 3, а в следующем разделе они будут иллюстрированы численными балансами.

5. Параметризация и численная имитация модели

Приведенный в данном разделе численный пример иллюстрирует результаты имитации поведения системы относительно оптимальной эмиссии ликвидности. Для достаточно реалистичных значений параметров и основного равенства, $K s^{*(\beta-1)} = (\beta\delta)^{-1}$, модель демонстрирует свою экономическую состоятельность.

5.1. Параметры модели

Параметры модели (табл. 4) ориентировочно масштабированы относительно оценки глобального богатства (360,6 трлн долл.), содержащейся в отчете исследовательского института банковской группы Credit Suisse [Credit-Suisse, 2019].

Таблица 4.

Параметры модели

	Параметры							
	W	μ	a	δ	r	$\lambda\sigma$	σ	β
Значения	\$300tn	0,065	0,03	0,035	0,04	0,025	0,12	2,514

Характеристическая функция системы, которая наглядно демонстрирует локализацию действительных корней, приведена на рис. 4. Соответственно, положительный корень

$$\beta \equiv \beta_2 = \frac{1}{\sigma^2}\left[-\left(r-\delta-0,5\sigma^2\right)+\sqrt{\left(r-\delta-0,5\sigma^2\right)^2+2r\sigma^2}\right]>1,$$

который принят за показатель степени в функции «финансового капитала», оценен величиной $\beta = 2,514$, а «синергетический» множитель $\beta/(\beta-1)$ составил величину 1,66.

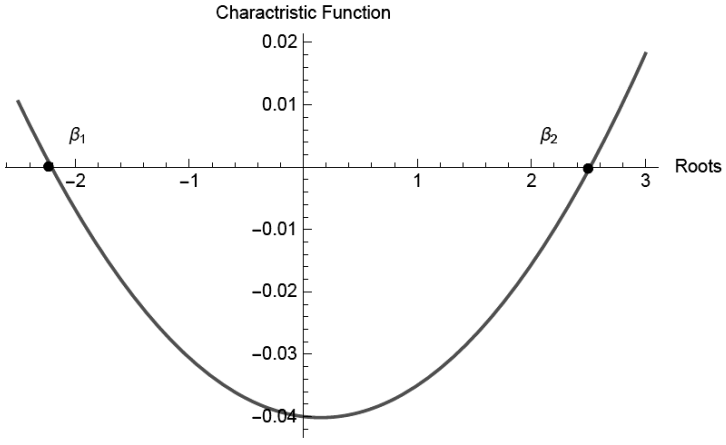


Рис. 4. Корни характеристического уравнения

5.2. Состояния макрофинансовой системы

Семейство реализаций и среднее значение стохастического процесса (1) эмиссии ликвидности воспроизведены на рис. 5.

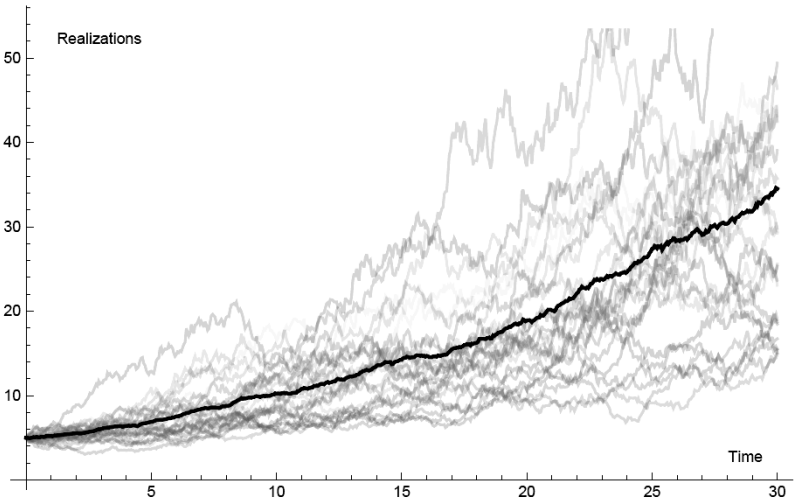


Рис. 5. Случайная динамика денежной массы

Принимая за начальный уровень ликвидности $s(0) = \$5tn$ и полагая, что процесс (1) с параметрами $a = 0,03; \sigma = 0,12$ протекает в течение 10 лет, уровень относительной ликвидности составил бы сегодня $\varepsilon = 0,02$. С другой стороны, процесс ГБД с теми же параметрами, но начальным уровнем $s(0) = \$17,5tn$ через 10 лет способен повысить уровень относительной ликвидности до $\varepsilon = 0,07$. В условиях экономической стагнации денежная масса таких размеров (примерно $\$20tn$) явно избыточна и должна быть устранена во избежание серьезных осложнений и дисбалансов.

Параметры модели, указанные в табл. 4, определяют оптимальное значение относительной ликвидности:

$$\varepsilon^* = \frac{2,514 \cdot 0,035}{1,514} = 0,058.$$

В табл. 5 показаны три состояния системы, которые различимы посредством сравнения эмпирических и нормативных (оптимальных) значений отношений обмена богатства на ликвидность (cash ratio).

Таблица 5.

Состояния финансовой системы

Отношение обмена	$\varepsilon = s/W$	$\varepsilon/\varepsilon^*$
Кризис неликвидности	0,035	0,6
Оптимум денег	0,058	1,0
Избыточная ликвидность	0,11	1,9

Неравенство отношений оптимальной и фактической (относительной) ликвидности: 0,02 < 0,058 является свидетельством кризиса – острейшей нехватки доступных денежных средств, прототипом которой была краткосрочная ситуация «the dollar liquidity squeeze» марта 2020 г.

5.3. Балансы активов и обязательств

Финансовые функции в численной имитации системы заданы следующими выражениями:

$$F(s) = (1/0{,}035)s - 0{,}149s^{2{,}514};\ B(s) = (1/0{,}035)s;$$

$$f(s) = 0{,}149s^{2{,}514};\ H(s) = 300 + 0{,}149s^{2{,}514} - (1/0{,}035)s.$$

Эти функции, в частности, определяют балансы a)–d), которые информируют о поведении макрофинансовой системы при объемах ликвидности, соответствующих табл. 3.

Assets	Liabilities	Assets	Liabilities
a) $s = 0$		b) $\hat{s}$ = \$10,5*tn*	
$W = 300$	$H(s) = 300$	$W = 300$	$B(s) = 300$
$f(s) = 0$	$B(s) = 0$	$f(s) = 55$	$H(s) = 55$
c) s^* = \$17,4*tn*		d) $\tilde{s}$ = \$32,0*tn*	
$W = 300$	$B(s) = 498$	$W = 300$	$B(s) = 915$
$f(s) = 198$	$H(s) = 0$	$f(s) = 915$	$H(s) = 300$

Приведенные выше балансы демонстрируют «разобщенность» реального и финансового рынков, если эмиссия ликвидности не оптимальна. В частности, баланс b) выполняется для равных значений: $f(\hat{s}) = H(\hat{s}) = \$55tn$, что говорит об относительно неразвитом финансовом рынке. Баланс c) соответствует второй строке табл. 3. «Надежные деньги» формируют активы, гарантирующие полное погашение всех финансовых обязательств, размер которых (498 трлн долл.) значительно превышает стоимость реального богатства. Оптимальная эмиссия денег обеспечивает наивысшую стоимость активов и долгов, включая «структурированное финансирование».

Наконец, согласно балансу d), номинальные активы «структурированного финансирования» почти в три раза превышают реальное богатство, причем финансовый и реальный рынки полностью изолированы. Баланс формально соблюдается, но, на самом деле, это – квазибаланс, поскольку стоимость реального богатства отрицательна, чего не может быть по экономическому смыслу. Квазибаланс d) отражает развал финансовой системы, в которой избыточная ликвидность обесценивает деньги, превращая погашение долга в процесс экспроприации *de facto* богатства, принадлежащего кредиторам [Galbraith, 1975; Moessner, Allen, 2010].

Баланс гарантированных доходов безрискового портфеля, который был рассмотрен в разделе 4, представлен в табл. 6. Она численно иллюстрирует, как безрисковые доходы активов (богатства и финансового капитала) компенсируют потери стоимости из-за неопределенности будущего. Таким образом, если объем ликвидности оптимален, то совместное функционирование реальных и финансовых рынков обеспечивает выполнение обязательств (погашение совокупного долга).

Таблица 6.

Баланс безрисковых доходов

Debit	Credit
$rW = \$12tn$	$-d\tilde{P}(s^*) + s^* dt = -\$5,4tn + \$17,4tn$
$rf(s^*) = \$7,9tn$	$d\tilde{P}(s^*) + \left[rB(s^*) - s^*\right]dt = +\$5,4tn + \$2,5tn$
$r\left[W + f(s^*)\right] = \$19,9tn$	$rB(s^*) = \$19,9tn$

5.4. О возможном применении модели

Упомянутое в начале статьи исследование экономических последствий пандемии [Kozlowski et al., 2020] объясняет цепь взаимосвязанных процессов: возросшее неприятие инвесторами рисков (risk aversion), наполнение портфелей надежными активами, а также снижение ставок доходности на основных финансовых рынках. По сути аналогичные, хотя и упрощенные, процессы происходят в нашей модели, где безрисковая ставка доходности соответствует динамике нейтральной ставки процента. Оптимизация денежной эмиссии, понятно, не спасает от эпидемий, но зато исключает экстремальные риски, вызываемые эндогенными факторами. Конечно, возможно и получение более высоких доходов, однако риски, связанные с ними, в долгосрочном периоде будут обязательно оплачены, например, потерями богатства из-за расстройства финансов.

Возможное применение модели в анализе финансового рынка может быть иллюстрировано на следующем примере. На рис. 6 [Financial Times, 2020] представлены секторальные компоненты индекса Standard&Poor's 500 по состоянию на середину 2020 г.

В анализе этих данных предположим, в соответствии с экономическим содержанием модели, что функция «удобства денег» $f(s)$ измеряется значениям индекса высокотехнологичных компаний (черная кривая), а функция $F(s)$ следует индексу стоимости активов финансовых организаций (светло серая кривая). Тогда комбинация функций: растущей $f(s)$ и убывающей $F(s)$, предупреждает о переполнении рынка ликвидности, в соответствии с логикой разделов 6 и 7. Правда, такое предупреждение, наверняка не единственное, вряд ли актуализирует для ФРС задачу сокращения избыточной денежной массы в ближайшем будущем, учитывая значительное падение ВВП и рост безработицы.

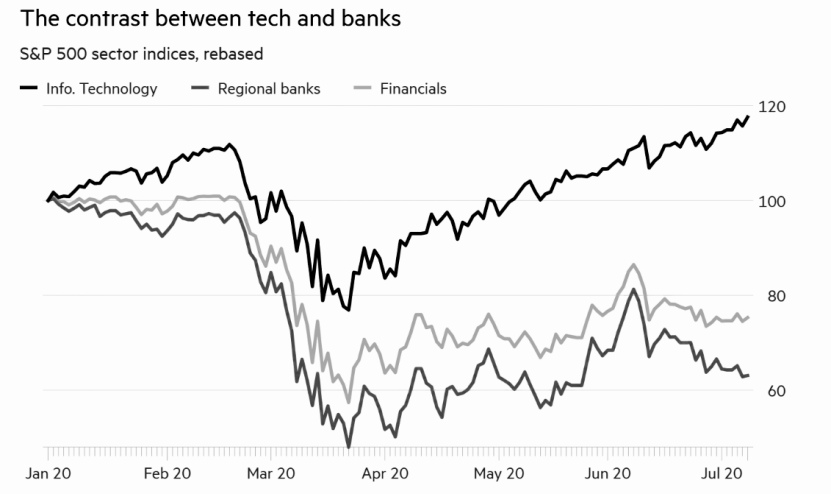


Рис. 6. Ситуация избыточной ликвидности

Источник: Financial Times, 2020.

6. Стохастический фактор дисконтирования и «нейтральная» ставка доходности

Предложенная модель естественным образом обобщается в рамках направления, известного как моделирование «стохастического фактора дисконтирования, СФД» (stochastic discounting factor, SDF). Это направление формирует методологию исчисления стоимости произвольных финансовых активов [Campbell et al., 1997; Smith, Wickens, 2002], в состав которых наша модель включает стоимость безрискового портфеля макрофинансовых активов. Так, постоянная стоимость богатства, W, может быть представлена ожидаемой дисконтированной стоимостью будущих доходов от богатства, $Y_{t+1} = W_{t+1} + C_{t+1}$, которые оцениваются на основе доступной на момент t информации, т.е. как

$$W_t = E_t\left[M_{t+1} Y_{t+1}\right], \tag{28}$$

где C_{t+1} – издержки потребления и амортизации ресурсов; E_t – оператор условных ожиданий, а M_{t+1} – стохастический фактор дисконтирования СФД. Уравнение (28) эквивалентно равенству

$$1 = \mathrm{E}_t\left[M_{t+1} R_{t+1}\right], \text{ где } R_{t+1} = 1 + r_{t+1} = \left(W_{t+1} + C_{t+1}\right)/W_t. \tag{29}$$

Из определения ковариации случайных процессов доходности и СФД следует, что

$$\mathrm{E}_t\left[R_{t+1}\right] = \left\{1 - \mathrm{cov}\left(M_{t+1,} R_{t+1}\right)\right\}/E\left[M_{t+1}\right] \tag{30}$$

и если актив (макрофинансовый портфель активов) безрисковый, то, согласно (29):

(31) $$1 = \mathrm{E}_t\left[M_{t+1}R_{t+1}\right] = R_f \mathrm{E}_t\left[M_{t+1}\right]$$

и равенство (30) записывается в виде

(32) $$\mathrm{E}_t\left[R_{t+1}\right] = R_f - R_f \operatorname{cov}\left(M_{t+1,}R_{t+1}\right),$$

которое характеризует условие отсутствия финансового арбитража. Уравнение (32), подразумевая отрицательную ковариацию СФД и общей ставки рискованной доходности, определяет размер рыночной премии за риск:

$$\mathrm{E}_t\left[r_{t+1}\right] - r_f = -R_f \operatorname{cov}\left(M_{t+1,}R_{t+1}\right).$$

Соответственно, если ковариация доходности и СФД равна нулю, то богатство дисконтируется по безрисковой ставке доходности. Последнее утверждение, конечно, требует специальных исследований и эмпирического подтверждения того, что СФД является случайной переменной типа

$$M_{t+1} = \mathrm{E}_t\left[M_{t+1}\right] + \xi_{t+1} = R_f^{-1} + \xi_{t+1},$$

где $\mathrm{E}_t\left[\xi_{t+1}\right] = 0$.

По экономическому смыслу, ставка доходности безрискового портфеля активов уравновешивает объемы макроэкономических сбережений и инвестиций. Следовательно, если она сохраняется в течение длительного периода, то ее можно обоснованно рассматривать как аналог «нейтральной», или «естественной», ставки процента (natural rate of interest). Хотя концепция естественной ставки процента была введена в экономическую теорию К. Викселлом (K. Wicksell) более ста лет тому назад, интерес к ней усилился за последние годы. Центральные банки ведущих экономик мира рассчитывают эту ставку, поскольку она является естественным ориентиром для оценки монетарной политики: либо как «мягкой», предполагающей активную эмиссию ликвидности, либо «жесткой», связанной с дефицитом денег в обращении и дорогими кредитами [Mankiw, Reis, 2017; Dorich et al., 2017]. Как видно на рис. 7, различаясь численно в зависимости от способа расчетов, нейтральная ставка процента имеет тенденцию к снижению, что соответствует основным положениям нашей модели.

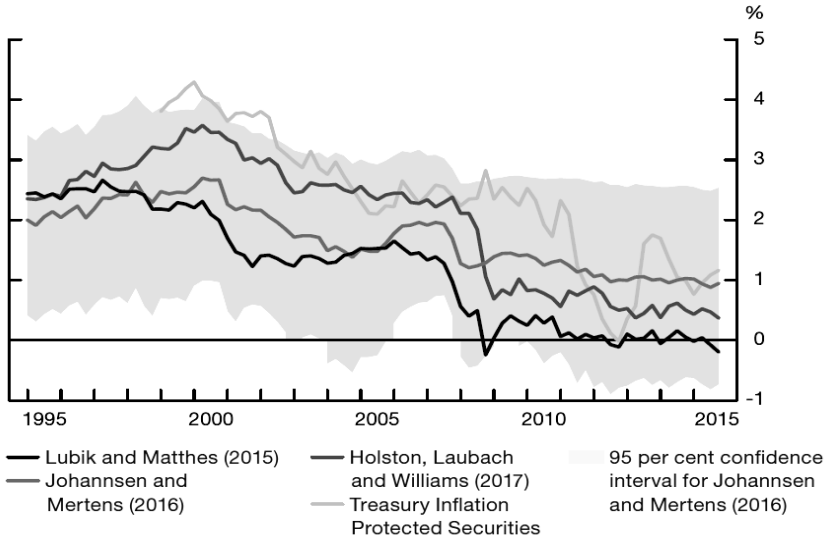


Рис. 7. Оценки «нейтральной ставки доходности

Источник: Dorich et al., 2017.

7. Обсуждение модели и выводы

Внимательный читатель наверняка обратил внимание на то, что статья не затронула проблематику «монетарных циклов» [Clausen, Strub, 2016], хотя диаграмма (рис. 3) раскрывает, казалось бы, «интрациклическую» структуру денежной динамики. Причины тому очевидны: модель объясняет фазовое поведение системы линейным ростом стоимости обязательств и нелинейным увеличением стоимости активов. Вместе с тем убедительное истолкование макрофинансового смысла ОДУ второго порядка с комплексно-сопряженными характеристическими корнями позволит обоснованно ввести в анализ динамики ликвидности периодические функции и циклы.

Следуя традициям монетарной теории, модель акцентирует эквивалентность понятий «надежные» и «оптимальные» деньги. Как следствие нормативного характера модели монета становится «звонкой» (sound money), если предложение денег оптимально, а финансовый рынок интегрирован с реальным богатством. Этот тезис у большинства экономистов вряд ли вызывает возражения[10], но он влечет за собой не столь очевидное следствие. Оптимальная масса денег, способствуя трансформации портфеля активов в безрисковый, ориентирует макрофинансовую систему на получение гарантированного, но не максимального, дохода. Для краткосрочного периода, в котором стоимость реально-

[10] «Современная монетарная теория» (modern monetary theory) полагает, что в системах «суверенной ликвидности» эластичность стоимости богатства по деньгам настолько велика, что богатство, по крайней мере в краткосрочном периоде, не выступает ограничением роста ликвидности. Однако справедливость этого утверждения эмпирическими исследованиями, расчетами и имитацией на соответствующих моделях подкреплена явно недостаточно.

го богатства фиксирована, это утверждение справедливо. В долгосрочной перспективе, как было показано в предыдущем разделе, необходимо выполнение условия нулевой ковариации случайных процессов доходности и ставки дисконтирования.

Следует подчеркнуть, что утверждение об экономической значимости «звонкой монеты» подкрепляется историческими прецедентами. Известно, например, что в условиях случайного циркулирования тысяч разнообразных монет Amsterdamsche Wisselbank (1609–1820 гг.) был способен эмитировать надежные депозиты, обеспеченные его активами. Деньги этого банка около столетия помогали акциям голландской Ост-Индской компании – успешной предшественницы современных корпораций – избегать пузырей и кризисов. Изучение подобных прецедентов, имевших место в прошлом, помогает пониманию и моделированию фундаментальных изменений, происходящих в современной финансовой системе [Frost et al., 2020].

Статья, разумеется, не содержит рекомендаций в части монетарной политики, поскольку экономические гипотезы и формализмы простой модели денежной эмиссии требуют дополнительной проработки и эмпирических подтверждений. Тем не менее предложенная модель дает недвусмысленный ответ на актуальную проблему макроэкономической теории: объемы ликвидности и фундаментальная стоимость реального богатства должны быть когерентны, особенно в современных условиях. В противном случае неизбежны либо кризисы неликвидности, либо монетарная экспансия и полное расстройство финансов. Следовательно, оптимизация количества денег, объективно предотвращая неадекватную «финансиализацию» экономики, отождествляет конечный эффект цепи взаимосвязей денег, финансовых и реальных активов с приумножением общественного богатства. Тем самым, оптимальность эмиссии ликвидности, включая ее цифровые формы, ставит доходы общества в зависимость не от номинальной денежной массы, а от агрегированного предложения, эффективности факторов производства и совершенствования социальной структуры.

* *
*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Банк России. Цифровой рубль. Доклад для общественных консультаций. 2020. (http://www.cbr.ru/StaticHtml/File/112957/Consultation_Paper_201013.pdf)

Bank for International Settlements. Annual Report, Part II, Basel, 2020. (www.bis.org)

Campbell J., Lo A., MacKinlay C. Econometrics of Financial Markets. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1997.

Carstens A. The Future of Money and the Payment Systems: What Role for Central Banks? Basel, 2019. (www.bis.org)

Clausen A., Strub C. Money Cycles // International Economic Review. 2016. Vol. 57. Iss. 4. P. 1229–1298.

Credit Suisse Research Institute. Global Wealth Report 2019. 2019. (www.credit-suisse.com>docs>research>publications)

Desjardins J. All the World Money and Markets in One Visualization. 2020. (www.visualcapitalist.com)

Dixit A. A Simplified Treatment of the Theory of Optimal Regulation of Brownian Motion // Journal of Economic Dynamics and Control. 1991. Vol. 15. № 4. P. 657–673.

Dixit A., Pindyck R. Investment under Uncertainty. Princeton: Princeton University Press, 1994.

Dorich J., Reza A., Sarker S. An Update on the Neutral Rate of Interest // Bank of Canada Review. Autumn. 2017. P. 27–41.

ECB Boosts Bond-buying Stimulus Package by Euro 600 bn. // Financial Times. 2020. July 4.

French D. Early Speculative Bubbles and Increase in Money Supply. 2nd ed. Auburn: Ludwig von Mises Institute, 2009.

Friedman M. The Optimum Quantity of Money and Other Essays. London: Macmillan, 1969.

Frost J., Shin H.S., Wierts P. An Early Stablecoin? The Bank of Amsterdam and the Governance of Money: BIS Working Paper, № 902, November, 2020.

Galbraith J.K. Money: Whence It Came, Where It Went. Boston: Houghton Mufflin, 1975.

Goodhart Ch. Foreword to Ryan-Collins J, Greenham T., Werner R., Jackson A. Where Does Money Come From? A Guide to the UK Monetary and Banking System, 2011. (www.academia.edu/where_does_money_come_from)

Gopinath G. Global Liquidity Trap Requires a Big Fiscal Response // Financial Times. 2020. Nov. 2.

Gourio F. Credit Risk and Disaster Risk. National Bureau of Economic Research: Working Paper 17026. 2011. (http://www.nber.org/papers/w17026)

IMF. A Year like no Other. International Monetary Fund Annual Report 2020. 2020. (www. imf.org)

Hull J. Options, Futures and Other Derivatives. 9th ed. Boston: Pearson, 2017.

Humphrey T. The Real Bills Doctrine // Federal Reserve Bank of Richmond Economic Review. 1982. September/October. (https://core.ac.uk/download/pdf/6917306.pdf)

Kozlowski J., Veldkampf L., Venkateswaran V. The Tail that Wags the Economy: Belief-Driven Business Cycle and Persistent Stagnation. National Bureau of Economic Research, Working Paper. 2015. (http://www.nber.org/papers/w21719)

Kozlowski J., Veldkampf L., Venkateswaran V. Scarring Body and Mind: The Long-Term Belief-Scarring Effects of COVID-19. Federal Reserve Bank of Kansas City, 2020. (www. kansascityfed.org/publications/research/escp/simposiums/)

Krugman P. End This Depression Now! New York: NN Norton, 2012.

Lagos R. Inside and Outside Money. 2006. (www.minneapolisfed.org>research)

Lane P. The ECB's Monetary Policy Response to the Pandemic: Liquidity, Stabilization and Supporting the Recovery. Frankfurt-am-Main: European Central Bank, 2020. (www.ecb.europa.eu/press/key/date/2020/html/ecb.sp200624~d102335222.en.html)

Mankiw N.G., Reis R. Friedman's Presidential Address in the Evolution of Macroeconomic Thought // Journal of Economic Perspectives. 2017. Vol. 32. № 1. P. 81–96.

McLeay M., Radia A., Thomas R. Money in the Modern Economy: An Introduction // Quarterly Bulletin, Q1. Bank of England, 2014.

Mises L. von. Human Action. A Treatise on Economics. 4th revised ed. San Francisco: Fox&Wilks, 1996.

Moessner R., Allen W. Banking Crises and the International Monetary System in the Great Depression and Now: BIS Working Paper № 333, Basel, 2010.

Pringle R. The Money Trap. Escaping the Grip of Global Finance. London: Palgrave Macmillan, 2011.

Rule G. Issuing Central Bank Securities. London: Bank of England, 2011. (www.bankofengland.co.uk>boe>files>ccbs>resources)

Smirnov A.D. Model of Government Borrowing and Debt Dynamics in a Transition Economy: Working Paper. Ankara: Bilkent University, 2001.

Smirnov A.D. To Buy or Not to Buy, That's Not the Question: A Simple Model of Credit Expansion: HSE-NRU Working Paper, WP7/2012/05, Moscow, 2012. (arxiv.org>pdf)

Schmitt-Grohe S., Uribe M. Liquidity Traps and Jobless Recoveries // American Economic Journal. 2017. Vol. 8. № 1. P. 165–204.

Smith P., Wickens M. Asset Pricing with Observable Stochastic Discounting Factors: Discussion Paper in Economics, № 2002/03. Heslington, York: The University of York, 2002.

Tobin J. Commercial Banks As Creators of «Money»: Cowles Foundation Discussion Paper. № 159. 1963. (http://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d01/d0159.pdf)

Wray R. From the State Theory of Money to Modern Money Theory: An Alternative to Economic Orthodoxy: Working Paper № 792, March. Annandale-on-Hudson, New York: Levy Economics Institute of Bard College, 2014.

Yardeni Research. Global Money and Credit. March 5. 2021. (www.yardeni.com)

Optimal Liquidity and Risk-free Asset Portfolio

Alexander Smirnov

National Research University Higher School of Economics,
11, Pokrovsky Boulevard, Moscow, 109028, Russian Federation.
E-mail: adsmir@hse.ru

Monetary financing of huge spending aimed to fight the pandemic had taken place under the unique and extremal circumstances. However, it also has long-term implications due largely to the accelerated increases in the value of financial assets. A simple model is proposed to study the complex and prolong process of normalizing money and finance. The latter is viewed as restructuring of the macro-financial portfolio of assets, which is subject to the stochastic dynamic of broad money. Such a model is focused on one of the most important macro-financial relationships: the optimal amount of liquidity must be adequately collateralized by the value of real wealth. If this condition is realized then an effective financial system could be formed. The provision of loans in such a system is secured and revenues of a risk-free asset portfolio are adequate to repay all liabilities outstanding. In the short term, the riskless rate of return is similar to the rate of a macro-financial repo transaction. In the long run, the risk-free rate of return correspondence to a «neutral» interest rate has to be justified by the zero covariance of returns with the stochastic discount factor. Large deviations from the optimum of money, by disrupting the best configuration of assets and liabilities, cause undesirable consequences: either an illiquidity crisis or the credit expansion ending in a complete breakdown of the financial system.

***Key words*:** «sound money»; monetary expansion; Euler's ODE; «structured» finance; stochastic discounting factor.

JEL Classification: C0, E3, E44.

* *
*

References

Bank for Russia (2020) *A Digital Rouble*. Consultation Paper. Available at: http://www.cbr.ru/StaticHtml/File/112957/Consultation_Paper_201013.pdf

Bank for International Settlements (2020) *Annual Report*, Part II, Basel. Available at: www.bis.org

Campbell J., Lo A., MacKinlay C. (1997) *Econometrics of Financial Markets*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

Carstens A. (2019) *The Future of Money and the Payment Systems: What Role for Central Banks?* Basel. Available at: www.bis.org

Clausen A., Strub C. (2016) Money Cycles. *International Economic Review*, 57, 4, pp. 1229–1298.

Credit Suisse Research Institute (2019) *Global Wealth Report 2019*. Available at: www.credit-suisse.com>docs> research>publications

Desjardins J. (2020). *All the World Money and Markets in One Visualization*. Available at: www.visualcapitalist.com

Dixit A. (1991) A Simplified Treatment of the Theory of Optimal Regulation of Brownian Motion. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 15, 4, pp. 657–673.

Dixit A., Pindyck R. (1994) *Investment under Uncertainty*. Princeton: Princeton University Press.

Dorich J., Reza A., Sarker S. (2017) An Update on the Neutral Rate of Interest. *Bank of Canada Review*, Autumn, pp. 27–41.

ECB Boosts Bond-buying Stimulus Package by Euro 600 bn. (2020) *Financial Times*, July 4.

French D. (2009) *Early Speculative Bubbles and Increase in Money Supply*. 2nd ed. Auburn: Ludwig von Mises Institute.

Friedman M. (1969) *The Optimum Quantity of Money and Other Essays*. London: Macmillan.

Frost J., Shin H.S., Wierts P. (2020) *An Early Stablecoin?* The Bank of Amsterdam and the Governance of Money, BIS Working Paper, no 902, November.

Galbraith J.K. (1975) *Money: Whence It Came, Where It Went*. Boston: Houghton Mufflin.

Goodhart Ch. (2011) Foreword to Ryan-Collins J., GreenhamT., Werner R., Jackson A. *Where Does Money Come From? A Guide to the UK Monetary and Banking System*. Available at: www.academia.edu/where_does_money_come_from)

Gopinath G. (2020) Global Liquidity Trap Requires a Big Fiscal Response. *Financial Times*, Nov. 2.

Gourio F. (2011) *Credit Risk and Disaster Risk. National Bureau of Economic Research*. Working Paper 17026. Available at: http://www.nber.org/papers/w17026

IMF (2020) *A Year like no Other. International Monetary Fund Annual Report 2020*. Available at: www. imf.org

Hull J. (2017) *Options, Futures and Other Derivatives*. 9th ed. Boston: Pearson.

Humphrey T. (1982) The Real Bills Doctrine. *Federal Reserve Bank of Richmond Economic Review*. September/October. Available at: https://core.ac.uk/download/pdf/6917306.pdf

Kozlowski J., Veldkampf L., Venkateswaran V. (2015) *The Tail that Wags the Economy: Belief-Driven Business Cycle and Persistent Stagnation*. National Bureau of Economic Research, Working Paper. Available at: http://www.nber.org/papers/w21719

Kozlowski J., Veldkampf L., Venkateswaran V. (2020) *Scarring Body and Mind: The Long-Term Belief-Scarring Effects of COVID-19*. Federal Reserve Bank of Kansas City. Available at: www. kansascityfed.org/publications/research/escp/simposiums/

Krugman P. (2012) *End This Depression Now!* New York: NN Norton.

Lagos R. (2006) *Inside and Outside Money*. Available at: www.minneapolisfed.org>research

Lane P. (2020) *The ECB's Monetary Policy Response to the Pandemic: Liquidity, Stabilization and Supporting the Recovery*. Frankfurt-am-Main: European Central Bank. Available at: www.ecb.europa.eu/press/key/date/2020/html/ecb.sp200624~d102335222.en.html

Mankiw N.G., Reis R. (2017) Friedman's Presidential Address in the Evolution of Macroeconomic Thought. *Journal of Economic Perspectives*, 32, 1, pp. 81–96.

McLeay M., Radia A., Thomas R. (2014) Money in the Modern Economy: An Introduction. *Quarterly Bulletin*, Q1. Bank of England.

Mises L. von (1996) *Human Action. A Treatise on Economics*. 4th revised ed. San Francisco: Fox&Wilks.

Moessner R., Allen W. (2010) *Banking Crises and the International Monetary System in the Great Depression and Now*. BIS Working Paper no 333, Basel.

Pringle R. (2011) *The Money Trap. Escaping the Grip of Global Finance*. London: Palgrave Macmillan.

Rule G. (2011) *Issuing Central Bank Securities*. London: Bank of England. Available at: www.bankofengland.co.uk>boe>files>ccbs>resources

Smirnov A.D. (2001) *Model of Government Borrowing and Debt Dynamics in a Transition Economy*. Working Paper. Ankara: Bilkent University.

Smirnov A.D. (2012) *To Buy or Not to Buy, That's Not the Question: A Simple Model of Credit Expansion*. HSE-NRU Working Paper, WP7/2012/05, Moscow. Available at: arxiv.org>pdf

Schmitt-Grohe S., Uribe M. (2017) Liquidity Traps and Jobless Recoveries. *American Economic Journal*, 8, 1, pp. 165–204.

Smith P., Wickens M. (2002) *Asset Pricing with Observable Stochastic Discounting Factors*. Discussion Paper in Economics, no 2002/03. Heslington, York: The University of York.

Tobin J. (1963) *Commercial Banks As Creators of «Money»*. Cowles Foundation Discussion Paper, no 159. Available at: http://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d01/d0159.pdf)

Wray R. (2014) *From the State Theory of Money to Modern Money Theory: An Alternative to Economic Orthodoxy*. Working Paper no 792, March. Annandale-on-Hudson, New York: Levy Economics Institute of Bard College.

Yardeni Research (2021) *Global Money and Credit*. March 5. Available at: www.yardeni.com