

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 7718831
выдано Федеральной службой
по надзору за соблюдением
законодательства
в сфере массовых коммуникаций
и охране культурного наследия

Журнал «Финансы и бизнес»
включен в список изданий,
рекомендованных ВАК РФ

Журнал «Финансы и бизнес»
включен в Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ)

СОДЕРЖАНИЕ

Вступая в следующий год.....	3
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ	
<i>К. А. Букин</i>	
Эволюционные модели предпочтений	7
<i>Ю. В. Вымятина, Е. В. Полякова</i>	
Эволюция подходов к моделированию инфляционных ожиданий.....	29
ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	
<i>М. В. Ткаченко</i>	
Принципы и перспективы конструирования структурных корзинных нот на кредитный риск российских эмитентов.....	52
<i>Р. В. Гарафутдинов, Е. П. Гурова</i>	
Об одном подходе к формированию инвестиционного портфеля Марковица с применением фрактального анализа	77
РЫНОК ТОВАРОВ И УСЛУГ	
<i>М. Э. Дмитриев, А. Ю. Зимоха, Л. Д. Попович</i>	
Возможности реализации концепции ответственного самолечения в России	94
<i>А. И. Бизяев</i>	
Дефицит транспортной инфраструктуры и экономическое развитие на примере Израиля.....	105
БИЗНЕС-СРЕДА	
<i>Ю. С. Пиньковецкая</i>	
Внешнее финансирование предпринимательства в различных странах: гендерный аспект	116
Сведения об авторах	125
Аннотации	126
Summaries	129
Contents	131

ВСТУПАЯ В СЛЕДУЮЩИЙ ГОД

Радуюсь, что завершился високосный коронавирусный 2020 г., мы не отказываемся от традиции обернуться и посмотреть, что же из старого года будет продолжаться в новом, 2021 г. Не будем затрагивать тему ожидания третьей волны пандемии и противовирусной вакцинации. Обратимся к сюжетам повседневной жизни. Прежде всего, это рост цен на потребительском рынке. Беспokoит даже не столько рост цен, сколько неуклюжие попытки борьбы с ним путем введения фиксированных цен на одни товары и административного регулирования цен на другие. Наша страна не для того прошла через болезненный процесс перестройки, чтобы возвращаться к административной системе хозяйствования. Все, кто жили в СССР, помнят: цены были отменно низкие, но не было товара, да и услуги были в большом дефиците, что постоянно поддерживало теневые потоки недоступных товаров и услуг. Особенность роста потребительских цен в современной России состоит в опережающем повышении цен на продовольственные товары (табл. 1).

Таблица 1

Индексы потребительских цен в РФ, 2010–2020 гг., декабрь к декабрю предыдущего года, процентов

Год	ИПЦ на товары и услуги	ИПЦ на услуги	ИПЦ на непродовольственные товары	ИПЦ на продовольственные товары
2010	108,78	108,06	104,95	112,89
2011	106,10	108,72	106,65	103,87
2012	106,57	107,28	105,16	107,48
2013	106,47	108,01	104,46	107,32
2014	111,35	110,45	108,05	115,43
2015	112,91	110,20	113,65	114,00
2016	105,39	104,89	106,54	104,57
2017	102,51	104,35	102,75	101,07
2018	104,26	103,94	104,10	104,66
2019	103,04	103,75	102,95	102,58
2020	104,91	102,70	104,79	106,69

Источник: Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ka>

Эта тенденция проявилась еще в 2018 г. и была отмечена нами во вступительной статье в журнале «Финансы и бизнес» № 1 того же года¹. Тогда реакции общества и власти на опережающее повышение цен на продукты питания, включая курятину, почти не было, в центре внимания находился рост цен на услуги ЖКХ. Сейчас эффект опережения роста цен на продовольственные товары усиливается падением уровня жизни, в том числе и из-за локдауна, который вводился в связи с пандемией коронавируса. Так что рост цен на продовольствие стал рассматриваться как угроза уровню жизни, прежде всего малоимущего населения, которое составляет 18,5% общей численности населения России². Больше всего подорожали товары, традиционные для потребления россиян: мука, крупы (гречневая 34,8%, овсяная и перловая 15%, пшено 22,3%). Более чем на 17% выросли цены на баранину; на рыбу и сливочное масло рост цен превысил 10%, выросли цены

¹ Елисеева И. И. Вступая в следующий год // Финансы и бизнес. 2018. № 1. С. 3–5.

² Эта цифра соответствует новой методике определения уровня бедности в Российской Федерации, официально введенной с 1 января 2021 г., согласно которой относительный уровень бедности определяется как 44,2% от медианного значения среднедушевого дохода россиянина.

на табачные изделия (11%). Из непродовольственных товаров выделяется рост цен на строительные материалы, в первую очередь кирпич (7,2%). В динамике цен на услуги опережающими темпами растут те, оказание которых так или иначе связано с органами местной власти — субъектов РФ и муниципальных образований. Прежде всего, это вывоз мусора, за который населению пришлось платить на 40% больше, чем в прошлом году. Из услуг федерального уровня значительно подорожали почтовые услуги: от 8 до 11%. Почти на 9% выросла плата за обучение в государственных и муниципальных образовательных организациях высшего профессионального образования. На 18% стали дороже услуги нотариальных контор.

Если бы мы решили составить список товаров и услуг, рост цен на которые превысил средний по России уровень инфляции (5,5%), то нам потребовалось бы слишком много места для показателей роста цен и кратких комментариев. Карантин из-за пандемии нанес ощутимый удар по малым и микропредприятиям: по официальным данным 3% организаций малого бизнеса прекратили свое существование. Надеемся, что экономическая перепись малых и средних предприятий, которая должна быть проведена Росстатом в 2021 г., позволит получить более-менее реальную картину.

Показатели роста цен являются, в конечном итоге, следствием сохранения высокого уровня монополизации российских рынков товаров и услуг, слабую конкуренцию. Рост цен на продовольствие вызывает дискуссии о поиске адекватных мер социальной политики. Поддерживая идею усиления адресности мер помощи, отмечаем, что иногда желание выделить нуждающихся в помощи сопровождается предложениями о множестве ограничений, выполнение которых потребует на сбор этой ограничительной информации примерно столько же средств, сколько нужно было бы для оказания помощи по одному критерию. Примерно так обстоит дело с обсуждением вопроса о помощи семьям с детьми от 3 до 7 лет. В ходе обсуждения возникла идея о «подозрительно бедных», которые не должны получать помощи от государства. Чтобы их обнаружить, предлагается сосчитать число квадратных метров у семьи с дошкольником, выяснить наличие легковых автомобилей и дач (или дачи). По отдельности вся эта информация имеется, но для выделения домохозяйств по сочетанию всех этих признаков потребуется провести специальное статистическое наблюдение, охватывающее десятки тысяч домохозяйств, с последующей группировкой и анализом. Такая работа стоит немалых денег. Так что всегда нужно сравнивать ценность того, что может быть получено в результате усилий сотен людей, с теми затратами, которые могут быть понесены без поиска специальной информации, только на основе наличия в домохозяйстве детей от 3 до 7 лет.

Напряженная ситуация сложилась на рынке жилья — как на первичном, так и на вторичном (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Средние цены на первичном рынке жилья РФ, руб.

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Все квартиры	48 144	43 686	48 163	50 208	51 714	51 530	53 287	56 882	61 832	64 059	79 003
квартиры среднего качества (типовые)	46 807	44 777	49 872	49 966	49 189	51 370	55 189	56 609	56 280	61 228	80 430
квартиры улучшенного качества	47 685	42 881	47 178	49 252	50 906	49 266	48 675	52 896	60 141	59 097	68 629
элитные квартиры	69 351	49 042	54 843	65 754	80 804	87 019	95 937	104 414	131 820	157 273	170 538

Источник: Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/P8h4NAi9/tab-hous2.html>

Таблица 3

**Средние цены на вторичном рынке жилья Российской Федерации,
на конец года, рублей за 1 квадратный метр общей площади**

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Все квартиры	59 998	48 243	56 370	56 478	58 085	56 283	53 983	52 350	54 924	58 528	66 712
в том числе: квартиры низкого качества	54 203	42 368	48 102	49 289	51 584	49 769	45 149	42 486	47 050	49 122	52 569
квартиры среднего качества (типовые)	56 762	44 002	51 279	51 419	52 664	51 574	49 359	48 159	51 157	53 864	61 020
квартиры улучшенно- го качества	60 814	50 858	60 847	60 738	62 288	60 347	59 051	57 673	59 248	63 117	72 486
элитные квартиры	105 302	73 168	84 525	97 811	99 261	85 084	75 256	75 032	78 245	84 334	103 043

Источник: Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/P8h4NAi9/tab-hous2.html>

Конечно, все стоимостные показатели даны в текущих ценах. Но и, принимая во внимание инфляцию, все равно видим повышение темпов роста цен на жилье в 2020 г. В целом по РФ цены на первичном рынке жилья выросли на 23,3% по сравнению с 2019 г., тогда как в 2019 г. рост цен составлял всего лишь 3,6% (по сравнению с 2018 г.). Цены на вторичном рынке жилья тоже выросли в 2020 г. в гораздо большей степени, чем в 2019 г. — на 14% против 6,5%.

Самый большой рост цен на первичном рынке жилья в 2020 г. на стандартное типовое жилье — на 31,4% по сравнению с 2019 г., на жилье улучшенного качества цены выросли на 16,1%, на элитное жилье — на 8,4%. Основными причинами роста цен на первичном рынке стали ипотека при государственной поддержке ипотечного кредита на уровне 6,1%, уже упоминавшийся выше рост цен на строительные материалы, рост затрат на рабочую силу ввиду оттока трудовых мигрантов из Средней Азии в связи с пандемией, введением эскроу-счетов для строительных компаний. Последний фактор кардинально повлиял на маркетинговую политику строительных компаний, на тактику продаж (до этого нововведения у многих строительных корпораций сохранялся одобренный задел долевого участия). В современных условиях маркетинг строительных компаний пробует различные формы продажи жилья:

продажи на этапе нулевого цикла («на котловане», т. е. покупателям, купившим квартиру по цене готового жилья, придется ждать вселения в нее два, а то и три года). При этом компании стараются продавать квартиры не самой удачной планировки, с плохим видом из окон квартиры, придерживая квартиры с более удобной планировкой в ожидании последующего роста цен за время строительства. Это практика слабых строительных компаний, ограниченных в средствах.

продажи всех квартир на этапе заключительной стадии строительства по максимально высоким ценам. Это практика крупных строительных корпораций.

Если до 2019 г. схемы продаж были понятны и стабильны, соответственно, рост цен на жилье был предсказуем, то с конца 2019 г. неопределенность на рынке жилья усиливается. Введение эскроу-счетов привело пока что к малозаметному

сокращению объема строительства в 2020 г. (всего лишь на 2 п.п.), но в дальнейшем негативное воздействие этого фактора может возрасти из-за снижения потребительского спроса, а также из-за переключения денежного потока с первичного рынка на вторичный: люди хотят квартиру здесь и сейчас. Это желание усиливается из-за территориального неравенства в комфортности условий проживания и стремления улучшить условия жизни путем переезда из удаленного провинциального места с неразвитой социальной инфраструктурой в крупный город. В результате цены на жилье в крупных городах растут опережающими темпами. Так, например, новая однокомнатная квартира 35 кв. м в Санкт-Петербурге стоила в 2019 г. около 4 млн руб., а в конце 2020 г. — первом полугодии 2021 г. цена такой квартиры стала составлять 6 млн руб.

Неопределенность маркетинговых стратегий строительных компаний будет сохраняться длительный период, пока они не научатся работать в новых условиях (конечно, при сохранении стабильности введенных правил)¹.

Потребности в жилье так же, как и потребности в еде, относятся к базовым потребностям человека. Пожелаем всем россиянам удовлетворения этих потребностей в условиях проведения государством активной социальной политики.

И. И. Елисеева

¹ Благодарим за консультации М. В. Боченину, к.э.н., аналитика российского рынка жилья.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

К. А. Букин

канд. физ.-мат. наук, доцент департамента теоретической экономики Национального исследовательского университета — «Высшая школа экономики»

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

Предлагаемый краткий обзор должен позволить получить представление о достижениях микроэкономической теории в области эволюции предпочтений, познакомить с классификацией подходов и основополагающими работами, положившими начало исследованиям эволюции предпочтений. Особое внимание уделяется рассмотрению работ, посвященных динамике конкретных предпочтений, таких как межвременные предпочтения, отношение к риску и прочие. Для облегчения восприятия обзора, текст разбит на несколько разделов в соответствии со сложившимися подходами и выделением узловых работ в каждом из них.

1. Исследование динамики предпочтений с использованием косвенного эволюционного подхода

В классической теории рационального выбора индивидуальные предпочтения предполагаются фиксированными, не испытывающими изменений в результате взаимодействий с экономическими агентами. Современная микроэкономическая теория уже давно преодолела этот схематизм, характерный для начального периода становления экономических исследований.

Цель данной статьи состоит в том, чтобы охарактеризовать наиболее влиятельные направления в теории изменчивости предпочтений. Если судить по числу публикаций, то главное место следует отвести статьям, использующим в качестве основного инструмента моделирование и исследование, а также эволюционную теорию игр.

Число публикаций с использованием концепций динамических игр особенно возросло после выхода в свет работы (Guth, Yaari, 1992), в которой впервые было введено понятие «косвенного эволюционного подхода». Суть этого подхода состоит в следующем. Индивиды, характеризующиеся своими фенотипами и взаимодействующие посредством случайного формирования пар, участвуют в так называемых базовых играх. В этих играх фенотипы проявляются, поведение индивидов при взаимодействиях рационально. Применяя аппарат классической теории игр, можно предсказать исход таких социальных взаимодействий. Но сами игры являются, в свою очередь, частью эволюционного процесса, в ходе которого правила игры изменяются. Результаты игр в каждом из периодов влияют на этот эволюционный процесс, и теория эволюционных игр предоставляет необходимый арсенал средств для решения подобных задач. В работе (Guth, Kliemt, 1998) авторы так охарактеризовали модель эволюционного процесса, формирующего предпочтения: «Пусть индивиды, наделенные предпочтениями P , в ходе базовых игр преуспевают лучше тех, у кого предпочтения P^* . Эволюционный процесс приводит к тому, что доля индивидов с P растет, а с P^* , соответственно уменьшается. Вероятность P встречи в следующем раунде с индивидом типа P , нежели индивида типа P^* , растет».

В цитированной выше работе досконально разбирается динамическая игра двух индивидов под названием «игра доверия». Суть ее такова: игрок, начинающий игру

первым, должен решить, довериться ли ему второму игроку (выбрать ветвь дерева игры T), или не довериться (ветвь N). Выбор N означает сохранение статус-кво, при котором выигрыши игроков одинаковы и равны s^* . Если же первый игрок выбирает другую ветвь и доверяется, то в зависимости от действий второго игрока, исход игры для первого таков: второй игрок может вознаградить первого за доверие (ветвь R), и тогда оба получают $r^* > s^*$, или же второй может воспользоваться доверием в свою пользу (ветвь L), и тогда второй получает 1^* (максимальный выигрыш в этой игре), а второй получает 0 (минимальный выигрыш). Звездочка над единицей — специальное обозначение авторов, говорящее о том, что в дальнейшем описании игры предусмотрен выигрыш 1 .

Выигрыши в этой игре, безусловно, влияют на принятие решений игроками. Как отмечают авторы, связь между субъективной мотивацией при принятии решения с объективными параметрами игры (а такими являются выигрыши) может носить весьма скрытый характер. Чтобы обозначить такую зависимость, авторы вводят функцию, транслирующую объективные параметры игры (например, платежи) в мотивацию игроков. Но эта функция не является единственно ответственной за субъективные оценки игроков.

Авторы, наряду с предыдущим деревом игры, воспроизводят второй экземпляр дерева игры, в котором на этот раз фигурируют субъективные платежи, отличающиеся от объективных отсутствием звездочек ($1 > r > s > 0$), с одним лишь исключением, что субъективный выигрыш второго игрока может составить не единицу, а $1 + m$, где m — это параметр, влияющий на принятие решения, но не имеющий отношения к эволюционному процессу, иначе говоря, он не связан с приобретением благоприятных свойств в ходе эволюции. Например, если рассмотреть двух вторых игроков с одним и тем же объективным выигрышем 1^* , когда они оба воспользовались доверием первого игрока в свою пользу, их субъективные значения m могут отличаться. Эти различия могут привести к различному поведению вторых игроков.

Можно считать, что при различных значениях m мы видим игроков разного типа. Если $m \neq r - 1$, то при удалении доминируемых стратегий, оптимальным выбором второго игрока может оказаться (N, E), или же (T, R), в зависимости от соотношения между m и $r - 1$. Игроки получают как объективные, так и субъективные выигрыши. Вслед за этим авторы указанной статьи переходят к рассмотрению эволюционной модели.

Допустим, игроки выбираются случайным образом из бесконечного множества игроков. Пусть параметр m принимает только два значения \bar{m}, m , при этом $m < r - 1 < \bar{m}$. Доля индивидов в популяции с меньшим значением m равна p . В каждый период игры с вероятностью $1/2$ игроки назначаются первыми и вторыми, и затем возвращаются в популяцию, чтобы поучаствовать в игре в следующем раунде. Первые игроки знают, к какому типу принадлежат их партнеры по игре. Вторые игроки в зависимости от значения присущего им параметра m будут выбирать или сотрудничество, или же использовать доверие первого игрока в своих интересах. В условиях полной информации, когда тип второго игрока виден первому игроку, сотрудничество будет предлагаться лишь тому, кому можно доверять. При этом, склонные к сотрудничеству вторые игроки, будут получать преимущество перед другим типом, получая больший субъективный выигрыш $r > s$. Нетрудно показать, что каким бы не был случайный партнер индивида с параметром m , ожидаемый выигрыш такого игрока будет выше, чем игрока с \bar{m} . Можно не описывать эволюционный процесс в деталях, но в ходе эволюции доля p будет расти.

Для описания эволюционного процесса, авторы привлекают понятие «эволюционно устойчивых стратегий» (ESS). Устойчивость в локальном смысле означает, что случайное небольшое повышение в популяции неуспешного типа» (их еще называют мутантами) не влияет на долговременную динамику эволюции. Можно показать, что при полной информации, именно так и происходит: небольшое снижение величины $p = 1$ до $p = 1 - \delta$ не влияет на сходимость эволюционного процесса.

Иначе обстоит дело, если тип партнера по игре не виден, и всего лишь известно, что в популяции встречаются агенты двух типов. Как показывают авторы, игрокам второго хода можно доверять, только если их доля достаточно высока: $pr > s$. В условиях, когда первый игрок осознанно, или нет, выбирает доверие, в выигрыше оказываются игроки типа \bar{m} . Эволюционный процесс будет приводить к уменьшению p , но все-таки неравенство $pr > s$ будет сохраняться. Другое дело, если начальное распределение типов таково, что $pr < s$. Доверие в таких условиях не проявляется, и распределение двух типов игроков неизменно. Чтобы сделать модель более реалистичной, авторы допускают, что выбор доверия все же происходит с некоторой положительной вероятностью, можно считать, что это ошибки в выборе стратегии. Тогда эволюционный процесс в пределе даст $p = 0$. Более того, ошибки, пусть редкие, в выборе стратегии первым игроком, приводят к тому, что доля игроков типа m будет стремиться к нулю при любом начальном распределении.

Наиболее интересным для описания является пограничный вариант между полной информированностью и не информированностью. Авторы предлагают встроить в модель технологию (умозрительную), позволяющую с некоторой вероятностью определить тип агента, и это технология используется с издержками. Эволюционная устойчивость в этом случае может установиться для всех значений p в некотором интервале в окрестности точки s/r .

Тем самым авторам удалось построить модель, объясняющую формирование предпочтений на основе многочисленных взаимодействий агентов во времени. Более того, авторы поставили перед собой амбициозную цель: показать, что рациональное поведение является следствием адаптивности, проявляемой агентами в ходе эволюции.

Чтобы продемонстрировать свой замысел, авторы рассматривают на бесконечной временной оси два процесса — первый процесс эволюционный, протекающий медленно и сказывающийся на доле разных типов агентов; второй процесс бесконечно повторяется и протекает на конечном временном промежутке, он состоит в приспособлении поведения агентов к конкретному уровню m . Не вдаваясь в технические детали обсуждения, повторяющегося адаптивного процесса, заметим, что если агент достаточно часто играет в качестве второго игрока, то он может сделать вывод, что его принадлежность к \bar{m} типу означает, что ему выгодно выбирать решение, обозначаемое на дереве игры как E (использование чужого доверия), а принадлежность к типу m влечет за собой вознаграждение за доверие (это R). Кроме того ясно, что адаптация, описанная выше невозможно без выбора первым агентом опции доверия. Такой выбор неизбежно будет происходить достаточно часто, так как соотношение типов в популяции неизвестно. Авторы показывают, как процесс адаптации за один период позволяет вдвое сократить число выгодных вариантов выбора для вторых игроков. С другой стороны, как пишут авторы, «первые игроки смутно подозревают, что не всем партнерам по игре можно доверять». Понять, стоит доверять или нет, можно лишь пробуя, и делая выводы. Предлагается начать эволюционный процесс с серии пробных раундов игры. В ходе этих раундов экспериментально устанавливается, что стратегия (N, E)

лучше, чем (T, E) при $pr < s$, иначе говоря, происходит обучение. Аналогично, это обучение выявляет превосходство (T, E) над (N, E) при $pr > s$. Следовательно, доверять следует, если $pr > s$, и не доверять, если $pr < s$.

Подытоживая результаты исследования, авторы отмечают, что их основное продвижение состоит в том, что процесс формирования предпочтений не задан вне рамок модели, а подчиняется эволюционному процессу, и стало быть, предпочтения эндогенны. К тому же, как полагают авторы, им удалось удачно соединить элемент обучения агентов с эволюционным подходом к формированию устойчивых предпочтений на бесконечном временном горизонте.

Продемонстрируем применение эволюционного подхода к формированию склонности агентов к кооперативному поведению на примере работы (Guttman, 2003). Как и в ранее рассмотренной работе (Guth, Kliem, 1998), автор прибегает к моделированию, используя косвенный эволюционный подход. В вводной части работы автор замечает, что эволюционные модели позволяют отказаться от экзогенности в описании предпочтений агентов. Используя такой подход, агенты считаются рациональными, и эволюционный механизм отбирает определенные типы агентов со временем. При этом, несмотря на игровой подход, агенты характеризуются не своими стратегиями, а своими предпочтениями. На основании предпочтений агенты максимизируют ожидаемые выигрыши. Автор полагает, что в отличие от классических моделей, опиравшихся на понятие репутации, чтобы объяснить неоппортунистическое поведение агентов, в ходе повторяющихся игр, агенты рационально считают своих партнеров по играм способными на кооперативное поведение.

В основе «атомистической» игры автор рассматривает традиционную дилемму заключенных, в которой агенты (продавец и покупатель) одновременно делают выбор между честным соблюдением сделки и нарушением договоренности. Игра продолжается конечное число периодов. Это игра с неполной информацией. Игрокам известны типы, которые им могут встретиться (всего два типа: оппортунисты и, за неимением подходящего русского слова, ресипрокаторы), а также известна история предыдущих игр. Пусть доля ресипрокаторов в популяции в период g равна r_g , тогда эволюция доли этого типа в популяции удовлетворяет динамическому уравнению $r_g - r_{g-1} = f(E\pi_R - E\pi_O) + \varepsilon_g$, в котором динамика популяции (выражение слева) определяется ожидаемым выигрышем в зависимости от выбора стратегии (оппортунист/ресипрокатор) и случайной добавки ε_g . Функция f монотонно возрастает и в нуле обращается в ноль. Автор начинает исследование динамики с упрощающего предположения, что доля ресипрокаторов r экзогенно задана. Результаты последовательных игр на протяжении T периодов рассматриваются для различных значений r . Мы отсылаем заинтересованного читателя к тексту (Guttman, 2003), в котором на с. 639 объединены результаты рассмотрения всех вариантов итогов игр в зависимости от r . В соответствии с приведенным выше уравнением, величина r меняется со временем, и, следовательно, поведение агентов будет меняться, и при достаточно большом T в эволюционном равновесии будет достаточно количество ресипрокаторов, и они будут побуждать оппортунистов сотрудничать на достаточно протяженных участках их игровых карьер.

В достижении эволюционного равновесия через конечное число периодов, как отмечает автор, заметно отличается его результаты от большинства аналогичных, в которых применяется эволюционно-игровой подход. Другим новым результатом является демонстрация устойчивости неявных соглашений даже при невысокой доле ресипрокаторов, но при достаточно длительной игре. В отличие

от аналогичных работ, в этой модели равновесное распределение типов агентов неоднородно, то есть ресипрокатеры соседствуют с оппортунистами. Автор отмечает, что в работах его предшественников неоднородность предельного распределения была следствием двух дополнительных предположений: полноты информации, когда типы игроков видны, и наличия возможности наказывать отклоняющихся игроков. Полнота информации была декларирована в основополагающей работе (Guth, Yaari, 1992), а позже, в работе (Guth, 1995) было показано, что даже, если типы игроков не видны, но вероятность угадывания типа выше нуля, то эволюционная устойчивость ресипрокатеров достижима. Правда, этот результат лишь верен в предположении, что обманутый игрок в дополнительном раунде игры наказывает обманщика, при этом издержки наказания не превышают возмещения ущерба от обмана. Это последнее правило игры, оказалось достаточным, чтобы отказаться от полноты информации. Возможность наказания в некоторых работах смягчалась возможностью переигровки ресипрокатером (он возвращается назад на один период, и следующим ходом не сотрудничает). Недостатком всех этих моделей, постулирующих возможность наказания обманщиков, состоит в неявном предположении существования институциональной возможности это делать. Чтобы избежать критику за эту дополнительную предпосылку модели, иногда наличие таких институтов заменяют на «обостренное стремление к справедливости» ресипрокатеров, делающей возможность такого поведения одной из отличительных характеристик предпочтений. Достоинством работы (Guttman, 2003) является отсутствие каких-либо подобных дополнительных предположений. Возможность справедливого наказания заложена в структуре игры, она, конечно, невозможна в заключительный период T . В работе (Guth, 1995) полнота информации заменяется на возможность угадывания типа партнера по игре, при этом допускается, что тип партнера «не считывается», но не определяется ошибочно. В работе (Guttman, 2003) предположение о правильном типе партнера возникает естественным образом, на основе получаемой в ходе динамической игры информации, и ее анализа на основе теоремы Байеса. При таком механизме идентификации возможность ошибки не исключена, что делает модель реалистичной. В своей статье (Guttman, 2003) дает краткий библиографический обзор работ 1980-х гг. по эволюционным играм, отмечая, что для этих ранних работ характерно описание допустимых стратегий, а не предпочтений агентов, другими словами, в этих работах игроки не являются агентами, оптимизирующими свой выбор в соответствии с предпочтениями. Автор отмечает, что его описание эволюционной игры наиболее точно соответствует взаимодействиям агентов в стабильных сообществах с ограниченным контингентом агентов, предполагающих многократные повторяющиеся взаимодействия одних и тех же игроков, и когда институциональная среда не предполагает механизмов наказания для оппортунистов.

Значительным продвижением в исследовании эволюции предпочтений в рамках косвенного эволюционного подхода стала работа (Heifetz, Shannon, Spiegel, 2007). Во введении авторы отмечают, что в рамках классического подхода, предполагающего максимизацию материального выигрыша рациональным агентом, невозможно объяснить многие случаи «нерационального» поведения, такие как альтруизм, или, наоборот, мстительность. Агенты зачастую демонстрируют завышенную самооценку, самоуверенность. Или, например, жертвуют своим достатком ради других. Целью авторов было показать, как отклонения от рациональности, описываемые максимизацией субъективных функций полезности, отличающихся от функций, дающих в ходе максимизации материальный выигрыш,

устойчивы, и не исчезают в ходе многократного взаимодействия агентов между собой. Одномерная параметризация предпочтений вводится в модель авторов в начале игры экзогенно, и чем больше этот параметр τ отличается от нуля, тем более нерациональным видится поведение агента. Эти отклонения от рациональности сказываются на поведении агента (непосредственный эффект), но и учитываются партнерами по игре (косвенный эффект). Интересно, что непосредственный эффект рассматривается авторами как незначительный, но из этого не вытекает, что косвенный эффект тоже мал. В ходе эволюции агенты решают задачи по максимизации субъективных функций полезности, но их реальные материальные выигрыши определяются их объективными функциями.

Рассматриваемая статья содержит как глубокий математический анализ результатов игр агентов разных типов, так и разбор конкретных ситуаций. Прежде чем остановиться на их изложении более подробно, обсудим конструкцию динамического процесса, в ходе которого изменяются предпочтения. Динамика определяется дифференциальным уравнением, решением которого является функция распределения типов агентов. Уравнение учитывает объективные предпочтения агентов, и авторы показывают, что эволюция способствует росту доли более успешных агентов за счет снижения доли менее успешных, это можно объяснить как большим числом наследников успешных индивидов, так и тем, что более успешные чаще вступают в игру, а менее успешные пропускают раунды. Авторы, применительно к своей задаче Коши для дифференциального уравнения доказывают теорему существования и единственности, из которой следует, что вне зависимости от начального распределения, доминирующие стратегии в пределе исчезают, что приводит к формированию предельных распределений предпочтений типа дельта-функции. Касательно приложений, прежде всего авторы разбирают явление самоуверенности и сверх оптимизма. Пример начинается с моделирования объективных платежных функций двух взаимодействующих агентов. Выбирая подходящим образом знаки коэффициентов этих квадратичных функций, можно моделировать действия агентов как взаимодополняющие или взаимозаменяющие. Хотя платежные функции симметричны, но агенты разных типов дают различные субъективные оценки своих действий. Оптимисты переоценивают результат своих действий, пессимисты недооценивают, и лишь реалисты (те, у которых параметр $\tau = 0$), оценивают свои действия адекватно. Имея одинаковые объективные функции полезности, за счет присущего им субъективного взгляда на успешность своих действий, агенты максимизируют субъективные функции полезности. В однопериодной игре находится единственное равновесие Нэша. Пусть игра продолжается бесконечно долго. Тогда стационарное предельное значение распределения типов агентов в соответствии с параметром τ будет иметь вид дельта-функции $\delta(\tau - \tau^*)$ при некотором $\tau^* > 0$. Другими словами, на бесконечно временном горизонте успешными окажутся оптимисты. Этот результат авторы объясняют тем, что оптимисты играют более агрессивно, чем пессимисты или реалисты, и выбирают большие значения своих действий, нежели им предписывает их объективная функция полезности. В случае, когда их действия стратегически замещают друг друга, действия оптимистов вынуждают партнеров играть слабее своих возможностей. Наоборот, при действиях агентов, когда они дополняют, то их партнеры играют аналогично в агрессивном стиле. Из анализа видно, что в любом случае у оптимистов стратегическое преимущество в игре. Интересно, что успешными являются не любые оптимисты, а умеренные оптимисты, как вытекает из формулы для равновесного решения в однопериодной игре. Этот модельный пример позволяет пролить свет на психологический феномен устойчивости заблуждений.

Под ним понимают отрицание очевидных фактов, свидетельствующих об ошибочности представлений, как и подгонка фактов под существующую версию взглядов. Дело в том, что индивиды, не пересматривающие свои взгляды в соответствии с теоремой Байеса, оказываются в стратегическом выигрыше над реалистами, воспринимающими факты, или над пессимистами, видящими реальность в негативном ключе. Аналогичный результат вполне применим к анализу поведения трейдеров на финансовых рынках. В выигрыше оказывается оптимистичный трейдер, завышающий ликвидность актива. Вторым интересным приложением разработанной авторами теории эволюции предпочтений является анализ альтруизма, или напротив, мизантропии. Осуществляя моделирование субъективной функции полезности с использованием, как и в предыдущем примере параметра t , авторы получают предельное распределение, состоящее из дельта-функции с носителем в точке, соответствующей умеренному альтруизму, если в игре участвуют лишь агенты, оказывающие положительное влияние друг на друга. Напротив, в случае отрицательных экстерналий в предельном распределении агентов сохраняются лишь умеренные мизантропы. Кроме того, в работе анализируется случай неполной информации, когда типы агентов не видны.

Значимый вклад в разработку косвенного эволюционного подхода внесли авторы работы (Dekel, Ely, Yilankaya, 2007). В отличие от статьи, рассмотренной ранее, здесь сделан акцент на изучение эффектов, порожденных неполнотой информации в играх. Другим важным отличием этой работы является анализ устойчивости предельных распределений предпочтений. Кроме того, в работе (Dekel, Ely, Yilankaya, 2007) проясняется связь между эффективными равновесиями и их устойчивостью. Основным результатом работы состоит в том, что неэффективное равновесие не обладает устойчивостью.

Авторы используют три ключевых слова на протяжении своей работы: *мутации*, означающие что в играх появляются игроки с новыми, неучтенными ранее предпочтениями, *оптимизация*, которая понимается в традиционном смысле, *естественный отбор*, означающий репликацию успешных предпочтений.

Для типичного распределения предпочтений могут найтись множественные варианты поведения игроков, приводящие к байесовскому равновесию. Среди этих равновесий авторы находят устойчивые, то есть не изменяющиеся под влиянием мутаций. Неустойчивость означает, что даже малые мутации приводят к отклонению от достигнутого равновесия, как правило, за счет более успешных предпочтений.

Как и в традиционном косвенном эволюционном подходе, агенты обладают как объективными платежными функциями, так и субъективными предпочтениями. Работа содержит раздел, содержащий полную классификацию игр 2×2 , рассматриваемых в нормальной форме. В зависимости от вариантов стратегий обоих игроков всего существует пять типов (эквивалентных классов) предпочтений. Например, класс, обозначаемый *AA* описывает предпочтения, когда стратегия *A* строго доминирует стратегию *B*, и всякий игрок с такими предпочтениями будет выбирать *A*, а не *B*, в равновесии. Для этих игр получены результаты, связывающие эффективность и устойчивость равновесий. Подытоживая, авторы отмечают, что их статья содержит как подтверждение известных ранее результатов, так и получение новых, которые в основном относятся к случаю частичной наблюдаемости предпочтений. Они отмечают, что было бы интересно рассмотреть случай, когда в ходе эволюции наблюдаемость предпочтений возрастала, а не оставалась неизменной.

Работа (Herold, 2012) посвящена эволюции предпочтений индивидов, которые стремятся вознаграждать за хорошее к ним отношение, и наказывать за плохое,

свойство, которое называется английским словом *reciprocity*. Автор задается следующими вопросами: как предпочтения благодарности и наказания выживают в ходе эволюции, когда в обществе преобладают эгоистичные индивиды, и есть ли различие в характере эволюции этих предпочтений? Автор отмечает, что в экспериментах индивиды готовы вознаграждать за кооперативное поведение и наказывать за некооперативное, даже, если игра происходит в один период и такое поведение не является максимизирующим выигрыш. Автор рассматривает группы индивидов (называемых «стогами сена»), случайно выбираемых из бесконечной популяции. Игроки взаимодействуют внутри групп, и модифицируют свое поведение в соответствии с теми предпочтениями, которыми обладают члены группы. Автор рассматривает несколько вариантов ответов второго игрока на: 1) сотрудничество первого игрока, это поведение влечет издержки, но игрок готов сотрудничать, если это повышает выигрыш партнера, 2) иначе первый игрок не сотрудничает.

В классических играх, отмечает автор, второй игрок будет отказываться сотрудничать, потому что это затратно. Однако, в исследуемой модели «стога сена» кооперативное поведение второго игрока не только возможно, но и сохраняется в ходе эволюции. Все дело в том, как пишет автор, что первые игроки подстраивают свое поведение с учетом состава группы. Эгоистичные игроки внутри групп по-прежнему получают несколько больший выигрыш, чем склонные к вознаграждению/наказанию агенты, но это не совсем так, если сравнивать успешность игроков разных групп. Дело в том, что группы формируются исходя из преобладающих предпочтений. Группа, где сравнительно мало эгоистов и, большинство игроков склонно к сотрудничеству, показывает весьма неплохие результаты.

Автор отмечает, что ему удалось получить новые, и неожиданные результаты благодаря двум модификациям модели «стога сена»: в ходе эволюции первые игроки адаптируют свое поведение, исходя из состава группы, и затраты на кооперативное поведение снижаются в ходе бесконечно повторяющихся игр. Модель предсказывает, каким будет состав группы в предельном случае в зависимости от первоначальной композиции: если группа состоит из вознаграждающих и эгоистов (их автор называет материалистами), то в пределе будет равновесие со смешанным составом группы, Если группа состоит из наказывающих и материалистов, то в пределе возникают мономорфные группы (то есть, составленные из индивидов одного типа) — либо только наказывающие, либо только материалисты. Наконец, если в группе представлены все три типа агентов, то предельное распределение будет зависеть от уровня издержек вознаграждения или наказания, и в случае малых издержек мы получаем мономорфную группу наказывающих, а в случае больших издержек возможны два равновесия: когда группа мономорфна и состоит из наказывающих, или же группа смешанная, но состоящая из материалистов и вознаграждающих. Важным выводом работы является ослабление требования к наблюдаемости предпочтений. Как показывает автор, этого удалось добиться, наложив условие на поведение вторых игроков: они должны адаптировать свое поведение, исходя из наличия вознаграждающих игроков в группе.

Как и в ранее рассмотренных работах, автор применяет косвенный эволюционный подход: поведение игроков задается субъективными предпочтениями, выигрыши определяются платежными функциями, значения которых показывают приспособляемость агента (в оригинале *fitness*). Наибольший интерес вызывает поведение игроков второго хода, так как игрокам первого хода, как показывает автор, в ходе эволюции наиболее выгодно придерживаться материалистических предпочтений, при которых максимизируется платежная функция.

Как происходит случайное образование пар? Оно происходит в два этапа: сначала из бесконечного множества агентов формируются группы с четным числом агентов, затем они разбиваются на пары внутри каждой из групп, и начинают игру. Игра продолжается в том же составе, пока группа не будет распущена. Ясно, что состав группы при случайном формировании групп соответствует распределению типов в исходной популяции. Характер игры для любой пары агентов соответствует игре с неполной информацией, в которой существует совершенное байесовское равновесие. Хотя предпочтения игроков не наблюдаемы, но им известны вероятности встречи с игроками одного из трех типов. В начале исследования упрощающим является предположение автора, что веры (субъективные оценки) игроков совпадают с истинным распределением типов агентов. Затем автор смягчает это условие, и заменяет его на возможность корректировки своих оценок в ходе повторяющихся игр. Группа сохраняет свой состав на протяжении T периодов, это число достаточно велико, чтобы произошло знакомство агентов с типами агентов групп. На каждом этапе игры разбиение на пары агентов из группы происходит случайным образом. По завершении T периодов игроки возвращаются в исходную популяцию, и разбиение на группы происходит вновь. Эволюционный процесс приводит к изменению распределения типов агентов, следующее разбиение на группы это учитывает. Эволюционный процесс описывается системой дифференциальных уравнений, так как это делал Вейбулл в монографии (Weibull, 1995). В правых частях уравнений системы, монотонно возрастающие функции, определяющие динамику распределения типов, они учитывают, насколько успешными с точки зрения приспособляемости оказались стратегии игроков, по завершении каждого из раундов игр. На протяжении исследования автор отмечает, что эволюционные изменения происходят по завершении времени существования группы, новый раунд с новыми группами уже учитывает изменения в распределении предпочтений.

В заключение обзора этой статьи, хотим отметить, что автор считает основным достижением своей работы исследование культурной эволюции, которая, по мнению многих антропологов послужила драйвером, формировавшим предпочтения индивидов. Человеческая способность адаптироваться и учиться, довольно точно описана в рамках косвенного эволюционного подхода, при котором эволюция не определяет конкретное поведение, а формирует необходимые предпочтения, которые затем определяют поведение игроков. Вознаграждение и наказание несет издержки для агентов, но с эволюционной точки зрения, благоприятно влияет на вероятность кооперативного поведения в группе. Как отмечает автор, его динамическая модель описывает трейд-офф между текущими издержками кооперации, и выигрышами в будущем, связанными с ростом численности индивидов, склонных к сотрудничеству. Результаты работы согласуются с экспериментальными наблюдениями. Кроме того, модель может подсказать эффективную политику в отношении институционального воздействия на поведение агентов. Предположим, что люди положительно относятся к такого рода воздействию, но им мешает инерция привычного поведения. Данная работа может стимулировать смену поведения, обеспечивая вознаграждение, но лишь до того момента, когда доля поддерживающих новые нормы становится достаточно большой. Затем политика должна смениться с вознаграждения на наказание нарушителей. Такая политика сберегает ресурсы.

Завершая часть обзора, посвященную применению косвенного эволюционного подхода к исследованию изменчивости предпочтений, остановимся на работе (Leininger, 2009). В этой статье изучается рентоориентированное поведение агентов.

Для читателей, интересующихся этой проблематикой, статья Ляйнингера ценна тем, что в ней он просто и ясно формулирует основные понятия эволюционной теории игр, например, понятие эволюционно устойчивых стратегий и многие другие, и объясняет их на примере участия игроков в состязаниях за овладением ресурсом. Для изучения же эволюционной динамики, им рассмотрена игра двух индивидов, случайно выбранных из большой популяции. В ходе игры они выбирают стратегии в соответствии со своими предпочтениями. Цели, которые ставят перед собою игроки в краткосрочном периоде, необязательно приводят к эволюционному успеху. Предпочтения, порождающие успешные стратегии, распространяются среди индивидов, и это сказывается на успешности стратегий. Эволюционный процесс в итоге приводит к устойчивым предпочтениям. Автора интересует, каким будет предельное поведение агентов, когда предпочтения стабилизировались. Рассмотрена эволюционная игра двух лиц в рамках эволюционного процесса: типы агентов и их действия эволюционируют порознь. Приспособляемость игрока определяется его поведением, но не типом. Хотя процесс эволюции явно не задан, ее направление можно проследить в однопериодной игре по изменению долей разных типов агентов. Автор делит типы в соответствии с материалистическими или же кооперативными наклонностями, которые свою очередь делятся на вознаграждающих и мстительных. Главным результатом, полученным автором в ходе моделирования эволюционной игры, стал следующий: при случайном выборе игроков из бесконечной популяции результатом эволюционной игры будет такое же устойчивое равновесие, что и при прямом (не косвенном) эволюционном подходе (то есть учитывающий лишь материальные выигрыши в ходе игры). Интересно, что в случае конечной популяции результат аналогичен, что противоречит результатам, полученным ранее некоторыми экономистами, например, (Dekel, Ely, Yilankaya, 2007). Ляйнингер объясняет это тем, что в его базовой игре (состязание двух игроков за ресурс) множество предпочтений, доступное мутантам, ограничено.

2. Работа Т. С. Бергстрема (1995) по эволюции предпочтений

Теодор Бергстром один из наиболее известных ученых-экономистов, занимавшихся изучением эволюции предпочтений, в частности исследованием формирования альтруизма. Постараемся сжато изложить основные результаты его работы (Bergstrom, 1995), работы, привлекшей внимание экономистов к проблематике эволюции предпочтений, и задавший стандарт рассмотрения задач с использованием аппарата эволюционной теории игр.

Новизна работы в сочетании двух дополняющих подходов: исследования экономики семьи, предлагающее эволюционное объяснение феномену альтруизма между близкими родственниками, а также дарвиновского подхода к эволюции организмов, учитывающем наследственность на генетическом уровне в стиле классических работ Грегора Менделя.

В работе рассматриваются взаимодействия между родственниками, участвующими в парных играх. Выбор стратегий происходит неосознанно, действия агентов определяются генетически. Более точно: чем больше выигрыш агента при взаимодействии с родственниками, тем выше вероятность, что данный агент даст больше потомства. Его потомки копируют поведение родителей, в соответствии с законами наследования признаков. Игры между родственниками рассматриваются при выборе пар из огромной популяции агентов. Индивид, не нашедший себе пару, погибает, а нашедший производит *n* потомков. Организмы,

подобные нам, людям, диплоидны, то есть имеют по паре генов. Популяция, состоящая из гомозиготов, называется мономорфной, и в работе в основном рассматривается устойчивое мономорфное равновесие. По законам Менделя с вероятностью $1/2$ ген, определяющий поведение индивида, будет определять поведение его ребенка.

Бергстром начинает рассмотрение с варианта асексуальной репродукции. Он показывает, что выигрышная стратегия, передающаяся от родителей к потомкам, успешна в том смысле, что появление мутации на фоне мономорфной популяции с набором генов aa , дающей выигрыш родителю, при передаче по наследству этой мутации, снижает выигрыш потомков, и чем дальше по семейному дереву, тем сильнее. Стало быть, в перспективе мутации безопасны. Такое поведение соответствует кантонианскому нравственному «золотому правилу». Но в популяции, где для производства нужны разнополые особи, равновесное поведение не является совершенно кооперативным. И вот почему: при таком размножении эффект появления мутаций уже не исчезает сам по себе со временем. Пользуясь языком эволюционной биологии, появление у детей мутирующего гена A может привести к его закреплению, хотя бы в первом поколении. Бергстром сформулировал необходимое условие, при котором эта мутация не закрепляется в популяции, и назвал это правило «полукантонианским»: «Относитесь к своему ребенку так, как бы вы хотели, чтобы с вероятностью $1/2$ он бы относился к вам». Бергстром показывает, что, когда ген A редок, практически все генотипы AA возникают, если оба родителя смешанного типа Aa . Поэтому необходимым условием, чтобы мономорфная популяция успешно противостояла нашествию мутантов, является условие более низкого репродуктивного показателя для смешанных типов по сравнению с генотипом aa .

Бергстром первым из экономистов привлек внимание к методологии эволюционного биолога У. Гамильтона (Hamilton, 1964). В этой работе Гамильтон определил базовый принцип эволюции, состоящий во включенной приспособляемости (*inclusive fitness*). Этот параметр определялся как взвешенное среднее, на основе вероятностей выживаемости родителя и наследника, где вес второго слагаемого был равен степени родства ($1/2$ для ребенка). Автор показывает, что набор стратегий, позволяющий противостоять мутациям, критически зависит от того, к какому из типов относятся действия родственников — к типу дополняющих (комплементарных) или замещающих. Формальное определение таково: пусть x , y — стратегии из некоторого множества S , платежная функция $\Pi(x, y)$ обладает симметричной дополнительностью, если $\Pi(x, x) + \Pi(y, y) \geq \Pi(x, y) + \Pi(y, x)$. В случае противоположного неравенства платежная функция обладает свойством симметричной замещаемости. Хотя далеко не все платежные функции относятся к одному из этих типов, Бергстром показывает, что если рассматривать популярные примеры игр, то, как правило, платежные функции демонстрируют подобные свойства, и тем самым при взаимодействии родственников эволюционный исход игры будет предопределен. В качестве простого примера Бергстром рассмотрел игру двух лиц под названием «охота на оленя». Название заимствовано из работы французского энциклопедиста Ж. Ж. Руссо. В этой игре используются два равновесия Нэша, какое из них будет реализовано, сказать невозможно. Но, так как платежные функции обладают симметричной дополнительностью, то при достаточно высоком выигрыше в одном из равновесий проблема координации разрешается в пользу именно этого равновесия, и в эволюционном смысле такая мономорфная популяция способна противостоять мутациям. Аналогичный результат получен и для

дилеммы заключенных. Статья содержит также результаты по равновесиям в смешанных стратегиях. Интерес представляют и дополнительные направления, затронутые в работе. Так получилось, что Бергстромом были заявлены в этой статье те темы для исследований, к которым он успешно обратился в последующие годы. Речь идет о культурной эволюции, экономике семьи, и, наконец, о смене парадигмы исследования, переключении с исследования эволюции стратегий на эволюцию предпочтений, что и было проделано в косвенном эволюционном подходе.

Что касается культурной эволюции, то автор видит возможность переноса полученных им результатов по семейному альтруизму на копирование полезных и успешных качеств при взаимодействии индивидов, не связанных родством. Если родитель относится к ребенку с надлежащим вниманием, то это отношение будет воспроизводиться уже в следующем поколении. Что касается экономики семьи, то автор считает, что можно промоделировать известный конфликт родителей с их взрослыми детьми, относящийся к воспитанию внуков.

К сожалению, ограниченность объема статьи не позволяет нам даже кратко изложить работы Бергстрема по данной проблематике, написанные после 1995 г.

3. Работы Й. Вейбулла по динамике предпочтений и близкие к ним

Перейдем к анализу нескольких статей, одним из авторов которых является Й. Вейбулл. Начнем с работы (Lehmann, Alger, Weibull, 2015). Прежде всего, она интересна тем, что выполнена на стыке наук: экономики, теории игр и эволюционной биологии. Работа призвана ответить на следующий вопрос: верно ли, что организмы ведут себя так, как будто они максимизируют некоторую целевую функцию?

Авторы полагают, что их работа отличается от известных подходов, принятых в биологии и экономике, во многих отношениях. Во-первых, зачастую биологи-теоретики, изучающие эволюцию организмов, полагают, что достижение организмом поставленной цели не испытывает влияния со стороны других организмов. Это, конечно, является сильным упрощением. Во-вторых, в работах, посвященных воздействию мутантов на популяцию, биологами выбирается одиночный период, в то время как в многопериодных моделях можно рассматривать воздействие мутантов на генетическое разнообразие популяции. В-третьих, биологами не прояснен вопрос, эта «как бы» максимизация происходит ли на уровне отдельных организмов или на уровне групп?

Само математическое моделирование эволюции авторами, в силу своей сложной конструкции и использования некоторых стохастических моделей (например, с привлечением репродуктивного процесса Морана), нам придется опустить и ограничиться вербальным изложением.

Как отмечают авторы, они не являются первопроходцами в исследовании успешности эволюции инвазивных видов (или мутантов), внедряющихся в мономорфную популяцию. Важно отметить, что эволюция изучается на коротком временном демографическом (так в тексте) промежутке, динамическим инструментом описания которого является разностное уравнение первого порядка. Модель может быть расширена на конечное число периодов. Индивиды взаимодействуют друг с другом, следуя поведенческим правилам из некоторого списка правил. Изучению подлежат группы индивидов, живущие на «островах» (*patches*), которые не изолированы, и миграции с острова на другие острова возможны. Поведенческое правило для индивида задается при рождении и определяется типом агента. Этим объясняется интерес к изучению изменчивости популяции

под влиянием мутаций и инвазивных видов. В поисках целевой функции, называемой приспособляемостью (*fitness*) индивида, авторы остановились на такой биологической характеристике, как ожидаемое число отпрысков. Но авторов занимает не индивидуальная приспособляемость, а групповая, оцениваемая взвешенной суммой индивидуальных функций. Важным понятием становится сопротивляемость «нашествию» (*uninvadability*), эта сопротивляемость тем выше, чем выше значение групповой функции, вычисляемой по уроженцам острова по сравнению со значением аналогичной функции, вычисляемой по мутантам и их отпрыскам.

Авторы напрямую связывают успешность эволюции конкретного типа организмов в смысле максимизации целевой функции с их сопротивляемостью нашествию. Но, как оказалось, такая связь не существует. Ими приведен контрпример, показывающий, что, с одной стороны, максимизация, приводящая к равновесию Нэша, может происходить при успешной мутации, и наоборот, наличие успешной инвазивности не исключает существование равновесия Нэша.

Авторы также находят некоторые достаточные условия, гарантирующие связь между максимизацией целевой функцией вида и сопротивляемостью мутациям. Так что в итоге авторы констатируют: связь стабильности фенотипа и максимизации некоторой функцией приспособляемости совсем не так очевидна, как это представлялось в работах эволюционных биологов.

Следующая работа, обратившая на себя внимание многих специалистов в области социальных эволюционных процессов, это работа (Alger, Weibull, 2013). В работе рассматривается вопрос об эволюционном закреплении в поведении индивидов альтруистического отношения к окружающим, а также морального поведения. Давно было замечено, что альтруистический подход распространяется на ближайших родственников рассматриваемого индивида, но альтруизм по отношению к совершенно посторонним людям тоже наблюдаем. В качестве объясняющей гипотезы была высказана гипотеза об ассортативном выборе партнеров по взаимодействию. Под ассортативностью выбора в биологии понимается подбор партнеров на основе близкого сходства (положительная ассортативность). Возможен, хотя и редко наблюдаем, феномен отрицательной ассортативности.

В этой работе авторы следуют косвенному эволюционному подходу. Предпосылки исследования ограничены допущением о частном характере информации о предпочтениях агентов и предположением о том, что формирование пар происходит в условиях ассортативности.

Основным результатом работы, по мнению авторов, является следующий. Естественный процесс эволюции выявляет однопараметрическое семейство моральных предпочтений, это семейство является выпуклой комбинацией эгоизма (агент максимизирует свой выигрыш) и морали (делаю, что считаю правильным). Авторы ввели в оборот название таких индивидов — «человек моральный». Коэффициент в выпуклой комбинации при предпочтении морали называется степенью морали. Если же у некоторого индивида этот коэффициент равен нулю, то такой индивид называется «человек экономический», и наконец, при коэффициенте, равном единице, индивид — это «человек кантрианский». Эволюция выбирает ту степень морали, которая соответствует индексу ассортативности при формировании пар. «Человек моральный», как оказывается, наиболее оснащен против нашествия мутантов, редкие мутанты, укоренившиеся в среде моральных индивидов, могут рассчитывать лишь на проигрыш резидента.

Как диктует косвенный эволюционный подход, агенты в этой работе выбирают стратегии взаимодействия на основе субъективных функций полезности, и платежных функций, которые, вообще говоря, совпадают лишь у человека экономического. Всего в модели взаимодействуют индивиды двух типов: когда один из типов преобладает, то говорят, что он резидентный, второй же тип присущ мутантам, при этом доля мутантов всегда предполагается малой. Формирование пар случайно, экзогенно, и может быть ассортативным. Равновесие в игре двух агентов рассматривается по Байесу–Нэшу. Под эволюционной устойчивостью понимается успешное противостояние мутантам, когда мутанты не могут получить больший выигрыш, чем резиденты. Авторы определяют «индекс ассортативности» процесса формирования пар, находящийся в диапазоне между нулем и единицей. Этот индекс может быть включен в формулу для выпуклой комбинации на основе двух платежных функций, одна из которых определяет благополучие самого агента, а другая отвечает за благополучие партнера. Функция полезности, полученная таким образом, определяет «человека гамилтонского», названного в честь биолога Уильяма Гамильтона, который стал известен тем, что ввел в 1964 г. в научный обиход понятие инклюзивного приспособления (*inclusive fitness*), одной из метрик эволюционного успеха особи.

Главным результатом авторов является доказательство эволюционной устойчивости человека гамилтонского. Этот тип индивида противостоит любым мутациям, не копирующим стратегии человека гамилтонского. Другим важным результатом является доказательство эволюционной неустойчивости любого другого типа отличного от гамилтонского. Этот результат вытекает из возможности мутантам имитировать стратегии гамилтонских особей, играя против резидентов.

Второй результат объявляет человека экономического эволюционно устойчивым, если индекс ассортативности равен нулю. Такой же результат был получен ранее в работе (Dekel, Ely, Yilankaya, 2007).

В отличие от классического подхода по эволюции предпочтений, авторы делают вынужденную ставку на эволюцию стратегий из-за специального (ассортативного) механизма формирования пар. Значительное место в работе занимают конкретные примеры по нахождению устойчиво эволюционных равновесий в конечных играх. Например, рассматривается матричная игра 2×2 двух моральных индивидов. Примерами ассортативного мэтчинга являются: взаимодействие индивидов, находящихся в родстве, людей, близких по образованию, воспитанию, профессии, языку, культуре, религии, взглядам, месту рождения или проживания. В качестве приложения полученных результатов, авторы оценивают индекс ассортативности, исходя из конкретных механизмов формирования групп. Они не остаются в стороне от анализа идентичности, понятия, введенного в обиход микроэкономистов Дж. Акерлофом. Авторами рассмотрены: модель помощи, модель ультиматума при сделке, бесконечно повторяющиеся игры. Также они объясняют, чем их понятие морального человека отличается от альтруизма. В заключение работы авторы формулируют свой вывод о том, что в реальных ситуациях чистый эгоизм будет проигрывать поведению, основанному на смеси эгоизма и морали.

Нельзя обойти вниманием работу тех же авторов, но вышедшую несколько ранее (Alger, Weibull, 2010). В работе рассматривается взаимодействие родственных агентов, демонстрирующее материальную поддержку тем, кто в этом нуждается. Авторы моделируют родственный альтруизм, рассматривая двух рискофобов, определяющих свои усилия. Затем агенты определяют доли богатства, которыми они готовы поделиться с партнером по игре. Пусть оба родственника одинаковы в своем желании помочь друг другу (равная мера альтруизма). Означает ли это,

что они становятся фри-райдерами? Авторы считают, что эффект фри-райдерства присутствует, но его доля зависит от уровня взаимного альтруизма в отношениях: при максимально возможном уровне альтруизма наиболее полно проявляется эффект положительных экстерналий, и совокупное благосостояние достигает максимального значения. В своем исследовании альтруистического поведения авторы опираются на «правило У. Гамильтона», гласящее, что в парном взаимодействии альтруизм возникает всякий раз, когда выигрыш партнера, помноженный на коэффициент родственной близости, превышает затраты на помощь. Для близких родственников этот коэффициент составляет одну вторую. Авторы отмечают, что их привлекла эта тематика после появления в 2003 г. работы Т. Бергстрёма (Bergstrom, 2003). Под влиянием его работы авторы сформулировали понятие «локальной эволюционной устойчивости альтруизма». Это понятие помогло исследовать эффект появления в популяции, состоящей из родственников «мутантов», то есть чужеродных индивидов. Численные эксперименты показывают, что степень альтруизма зависит от многих условий, в частности, от характера институциональной среды. При прочих равных условиях уровень альтруизма среди родственников неизбежно снижается, если игра происходит в неблагоприятных экономических условиях. Авторы делают на основе своей модели интересный вывод: меньшая степень родственного альтруизма, наблюдавшаяся в эпоху индустриальной революции в северной Европе по сравнению с югом континента, может быть объяснена неблагоприятным экономическим климатом севера, но меньший альтруизм привел к развитию индивидуализма, способствовавшего будущему экономическому процветанию севера.

4. Адаптивность предпочтений как альтернатива эволюционным изменениям

Завершив рассмотрение основных работ, использующих косвенный эволюционный подход, проведем обзор некоторых работ, не находящихся в мейнстриме эволюционных исследований, но тем не менее заметных и обладающих высоким индексом цитирования. Речь, прежде всего, о работе (von Weizsacker, 2014). Автор вводит понятие адаптивных и индуцированных предпочтений. В своем анализе он не использует теоретико-игровой подход, потому что предпочтения изменяются не под воздействием коммуникации агентов, а в ходе постоянно повторяющихся актов покупки и потребления благ агентом. Адаптивные предпочтения говорят о консерватизме покупателя: если товар x у предпочитается товару y , в то время, когда мы привыкли потреблять x , то мы тем более будем предпочитать x , если мы перешли на потребление y . Далее автор вводит понятие улучшающей последовательности потребительских корзин, не противоречащих аксиоме транзитивности (так называемый *улучшающий путь*). Это понятие позволяет обосновать эволюционное изменение предпочтений. При изменчивости предпочтений меры государства, направленные на повышение благосостояния индивидов, могут столкнуться с невозможностью определения оптимальной политики. Теорема о существовании предельной функции спроса в ходе адаптации позволяет говорить о пределе предпочтений, которые, как оказывается, удовлетворяют аксиоме выявленных предпочтений. Автор приводит множество примеров, заимствованных из реальной жизни и иллюстрирующих адаптивность предпочтений.

Критика рассмотренной выше работы содержится в статье (Allos-Ferrer, 2014). Ее автор, с одной стороны, отмечает несомненное достоинство работы Вайцзекера в использовании классического арсенала для анализа институциональной

политики в условиях меняющихся предпочтений, с другой стороны, вопреки утверждению, что выбор влияет на предпочтения, критик отмечает: «Принуждение ребенка играть на скрипке не обязательно привьет любовь к классической музыке». Другим спорным моментом является предположение, что сходимость предпочтений при фиксированных ценах должна наблюдаться в большом диапазоне цен. Требование глобальной сходимости является очень сильным условием. Теория адаптивных предпочтений, в частности, не может объяснить формирование устойчивых привычек, а также и аддиктивного поведения.

5. Эволюционная динамика некоторых предпочтений

В заключительной части обзора рассмотрим эволюцию конкретных предпочтений. Например, предпочтений, определяющих политические взгляды агентов. Речь идет о работе (Fershtman, Neifetz, 2006). Авторы моделируют политическую нестабильность, проявляющуюся в изменении результатов голосования на выборах или политических мнений, посредством изменения политических предпочтений. В работе рассматривается противостояние двух политических доктрин, причем в первом раунде игры голоса отдаются лишь одному из кандидатов. Во втором раунде, из-за неудачной политики победителя, предпочтения избирателей меняются настолько, что на следующих выборах побеждает другой кандидат. Авторы выясняют условия, при которых эта цикличность выбора все время воспроизводится. Во второй рассмотренной модели политики ведут себя гибко, подстраиваясь под желания избирателей (разновидность популизма). В этом случае динамика предпочтений выглядит иначе. Пусть избранный политик проводит политику в интересах большинства населения, но не исключено, что политические пристрастия могут измениться. В результате подстраивания под предпочтения большинства политика изменяется. Такую политику называют политикой зигзага. Наконец, возможен вариант успешного политического руководства, когда политическая фигура, возможно, пришедшая к власти лишь с небольшим перевесом голосов, постепенно склоняет на свою сторону большинство избирателей (смена предпочтений) и успешно подходит к следующему избирательному циклу.

Смена политических предпочтений определяется по результатам голосований за политические партии (их всего две), а смена предпочтений происходит в результате предвыборной борьбы, когда публично обсуждаются вопросы финансирования инфраструктуры и субсидий.

В рамках обзора по динамике предпочтений нельзя не рассмотреть имеющиеся исследования по изменению межвременных предпочтений, например вызванных старением индивида. Этому исследованию посвящена статья (Lemoine, 2018). Автор отмечает, что эффекту ускорения течения времени со старением индивида посвящено много работ как психологов, так и экономистов. Справедливости ради стоит отметить, что в основном экономисты изучали так называемое «гиперболическое дисконтирование», наличие которого приводило к наблюдаемой в поведении индивидов динамической несостоятельности. Автор указанной статьи в моделировании процессов субъективного восприятия течения времени опирался на наблюдения психологов. Известно, что люди с возрастом становятся терпеливее. Кроме того, автор делит индивидов на два типа: наивных и сложных. Первые полагают, что время идет с одинаковым темпом, несмотря на весь накопленный ими опыт. Сложные же признают, что со старением их ощущение бега времени таково, что время ускоряется. Временные предпочтения сложных индивидов, как показывает автор, состоятельны лишь, если они дисконтируются

экспоненциально. Предпочтения наивных индивидов состоятельны, если они дисконтируются гиперболически или же совсем не дисконтируются.

Эти наблюдения, как отмечает автор, важны для применения в теории «жизненного цикла». Можно получить отличающиеся результаты исследований, если фиксировать время наблюдений или же проводить лонгитюдное исследование. Например, версия о динамической несостоятельности поведения индивида во времени может оказаться неверной, если исследовать склонность к сбережению на протяженном временном интервале. Кроме того, обычные кривые, характеризующие потребление агента во времени, имеющие вид горба, трактуются исходя, в частности, из соображений оценки потребителем риска преждевременной смерти. Ускорение течения времени со старением, как предполагает автор, может дать альтернативное объяснение эмпирическим наблюдениям потребления на протяжении жизни индивида.

Результаты автора основаны на моделировании субъективного восприятия течения времени. Предположим, возраст индивида составляет s лет и он решает задачу по дисконтированию будущего дохода, получаемого в момент t , при этом его восприятие отрезка $t - s$ описывается функцией $\tau(t, s)$. Тогда на основе наблю-

дений психологов, мы можем предложить закон изменения $\tau(t, s)$ в виде $\frac{\partial \tau}{\partial t} = \frac{k}{s^\alpha}$, где $k, \alpha > 0$. При интегрировании правой части формулы по t , начиная с момента s , получаем $\tau(t, s) = \frac{k}{s^\alpha}(t - s)$. Нетрудно видеть, что с возрастом (ростом s) время

ускоряется, при этом этот эффект сильнее заметен в молодости, в зрелом возрасте он не так выразителен. Эта субъективная оценка скорости течения времени влечет за собой несколько следствий. Агент становится более терпеливым с возрастом, если доход, получаемый в момент $s + n$, дисконтируется слабее с ростом s . Второе следствие относится к понятию динамической состоятельности временных предпочтений агента. Принято говорить, что агент динамически состоятелен, если дисконтирование им будущих событий (например, доходов), происходит с фактором, не зависящим от времени наблюдения s . Автор доказывает, что субъективное убыстрение времени не влечет за собой динамической несостоятельности, и наконец, наблюдение психологов о том, что сжатие тем сильнее, чем удаленнее событие, которое мы хотим оценить сегодня, тоже подтверждается в рамках модели Лемойна.

Итоги исследования, продемонстрированные в работе (Lemoine, 2018), таковы: сложные индивиды, то есть те, которые понимают, что их субъективное восприятие времени меняется с возрастом, дисконтируют будущие события экспоненциально, и они динамически состоятельны. Наивные агенты, использующие гиперболическое дисконтирование, тоже динамически состоятельны. Автор предупреждает, что по итогам экспериментальных исследований, проведенных одномоментно, можно сделать неверный вывод о присутствии данному индивиду гиперболическом дисконтировании, в то время как подобный вывод оправдан лишь в лонгитюдных исследованиях.

Природу человеческого нетерпения исследуют авторы работы (Levine, Modica, Weinschelbaum, Zurita, 2015). Авторы используют аппарат теории игр, чтобы показать, как такое свойство человеческого характера сформировалось на протяжении эволюции человека. Ими выбрана игра двух агентов, называемая «фермер—шериф». Важно, что игроки разных типов дисконтируют выигрыши с различающимися дисконт-факторами. В этой игре континуум игроков состоит из фермеров и шерифов, их доли в популяции известны. В каждом раунде игры происходит случайное

формирование пар и агентов этих групп. Кроме того, фермеры, оставшиеся без партнера по игре, на протяжении первого из двух периодов инвестируют и потребляют, а во втором периоде производят, используя сделанную инвестицию. Шерифы вне игры потребляют единицу запасов. Каждая игра двух лиц продолжается три периода: в первом периоде шериф узнает дисконт-фактор фермера, инвестирует, потребляет и формирует запрос к фермеру на часть урожая (налог), в этом же периоде фермер видит запрос шерифа, принимает решение, сколько он ему заплатит, инвестирует и потребляет. Во втором периоде игры фермер производит и выплачивает налог, все, что осталось, он потребляет. В третьем периоде, если налог уплачен в требуемом объеме, ничего не происходит, если же шериф видит недоплату, то он штрафует фермера.

Шериф наблюдает дисконт-фактор фермера еще в периоде своего инвестирования. Авторы отмечают, что в ходе эволюции нетерпение фермера оценивается шерифом достоверно. Не нужно считать, что эволюционно будут в выигрыше наиболее нетерпеливые фермеры. Дело в том, что сильное нетерпение приводит к повышенному потреблению и снижению выпуска. Игра напоминает модель хищник–жертва, но шериф забирает часть урожая, не зависящую от выпуска фермера, хищнический характер шерифа проявляется за счет штрафования. Фермер должен решить, соглашаться ли ему или нет на требование шерифа. Если фермер не соглашается, то он будет оштрафован. Шерифу, наоборот, быть терпеливым выгодно — терпение приводит к повышенному размеру штрафа. Эволюционно шерифы становятся терпеливее. Так как наказание отложено, то нетерпеливый фермер готов отказать шерифу, и если шериф это заранее знает, то он уменьшит размер штрафа. Как отмечают авторы, игра напоминает ситуацию, когда одна из сторон обладает возможностью наказывать другую, то эта сторона постарается использовать по максимуму свои возможности, не обращая внимания на потерю эффективности.

Эволюционный успех выражается в росте доли агентов данного типа. Динамическое уравнение, определяющее эту долю, вполне традиционно для таких задач, оно известно в литературе под названием «*репликаторная динамика*». Изменение доли в единицу времени пропорционально этой доле и разности между текущим значением приспособляемости и некоторым средним значением приспособляемости (*fitness*). Под приспособляемостью понимается выигрыш агента за все три периода игры с учетом дисконтирования. Сами же предпочтения агентов входят в модель лишь в качестве дисконт-факторов.

Подытожим основные результаты рассмотренной работы. Во-первых, в ней показано, что в ходе эволюции шерифы становятся более терпеливыми, другими словами, производная выигрыша шерифа по его дисконт-фактору положительна. Это приводит к стационарному состоянию, в котором дисконт-фактор шерифов равен единице. Что же касается фермеров, то в стационарном состоянии их дисконт-факторы сгруппированы вокруг некоторого предельного значения $\delta < 1$. Авторы определяют шерифов как рентоприобретателей. В отличие от шерифов, фермеры получают свой излишек за счет производства. Смысл исследования состоит в том, чтобы показать: хотя менее терпеливые фермеры меньше инвестируют в производство, и казалось бы, менее успешны в долгосрочном периоде, но они меньше опасаются наказания со стороны шерифов, тем самым эволюция и нетерпение фермеров вполне совместимы, и положительной стороной этой эволюции является снижение инвестирования шерифов в наказание. Терпеливые же фермеры слишком опасаются возмездия со стороны шерифов. Анализ эффективности наблюдаемых стационарных состояний показывает, что предельная доля

фермеров слишком высока, и если бы соотношение фермеров/шерифов было более сбалансированным, то совокупный излишек в равновесии был бы больше.

Другой основополагающей работой, прослеживающей эволюционное происхождение временных предпочтений, является (Robson, Szentes, Iantchev, 2012). В статье исследуется возникновение межвременных предпочтений в ходе биологической эволюции индивидов. В отличие от ранней работы одного из авторов (Робсона), в которой дисконтирование определяется сочетанием двух показателей — рождаемости и смертности, в этой статье делается упор на трансферты от родителей к детям. Такой подход позволяет определить функцию полезности взрослого индивида посредством суммирования дисконтированных значений трансфертов наследникам. Более точно: рассматривая для простоты асексуальное размножение, сопровождающееся простейшей схемой передачи богатства от единственного родителя только что родившемуся ребенку, при этом вероятность выживания возрастает в соответствии с переданным богатством. Тем самым вероятности выживания как родителей, так и детей являются эндогенными. Вектор, описывающий численности взрослых особей разного возраста в момент t , удовлетворяет системе разностных уравнений, фигурирующей в биологии, и содержащей так называемую матрицу Лесли. Характеристическое уравнение на основе матрицы Лесли, правая часть которого подвергнута максимизации при фиксированном собственном значении, определяет в ходе решения задачу динамического программирования по максимизации роста популяции. На основе этого показателя рассчитывается предельная норма межвременного замещения между соседними (по времени) уровнями богатства.

Анализ полученных выражений позволяет сделать вывод: молодые родители более нетерпеливы, чем пожилые. Возраст наибольшей продуктивности, позволяющий делать трансферты детям, как вытекает из формул, приводит к высокому уровню нетерпения. Авторы приводят пример из истории человечества, когда охотники-собиратели были наиболее успешны в возрастном диапазоне 15–45 лет. Индивиды старше проигрывали молодым как с точки зрения продуктивности, так и с точки зрения воспроизводства, и, соответственно, их норма межвременных предпочтений снижалась.

Эволюции рискофобии посвящена работа (Zhang, Brennan, Lo, 2014). В этой работе авторы, используя модель бинарного выбора, показывают, что на формирование риск-нейтральности, или рискофобии влияет тип репродуктивного риска: в случае систематического (то есть некоррелированного между агентами данной популяции) формируется риск-нейтральность; если репродуктивный риск идиосинкратический (коррелированный между особями), то формируется рискофобия. Анализируется численность потомства, иными словами, плодовитость. Численность потомства зависит от выбора поведения родителя (в модели нет понятия пола, индивиды подобно бактериям воспроизводятся асексуально). Бинарность означает, что возможны два противоположных выбора. При первом выборе потомство формируется согласно вероятностному распределению одинаково для всех индивидов и для всех периодов, что обуславливает (моделирует) систематический риск. При втором выборе плодовитость определяется специфично для индивида данного типа и для данного периода (моделирование идиосинкратического риска). На самом же деле выбор родителя является выпуклой комбинацией этих двух выборов. Авторы полагают, что потомство в каждом периоде делает выбор, совпадающий с выбором родителей. В стационарном состоянии авторы могут воссоздать функцию полезности индивида данного типа. Если индивид на протяжении всех поколений имеет дело только с систематическим

риском, то его элементарная функция полезности является логарифмической. Если же, напротив, на протяжении поколений индивид и его потомки сталкиваются только с идиосинкратическим риском, то функция полезности линейна. В промежуточных случаях функцию полезности невозможно отнести к одному из этих двух типов. Стохастические свойства окружающей среды формируют тип агента. Авторы полагают, что им удалось описать эволюцию предпочтений, отвечающих за отношение к риску, используя всего лишь примитивную модель. Они высказывают предположение, что их результаты могут быть применимы к финансовой экономике и управлению. По сравнению с широко используемой моделью САРМ, предполагающей неизменность предпочтений, модель авторов — динамическая и допускает изменчивость отношения к риску в зависимости от среды. Тем самым серьезные финансовые шоки могут привести к большей рискофобии со временем. С институциональной точки зрения их исследование показывает важность использования инструментов, таких как страхование, совершенствование рынков капитала, чтобы снизить риски для агентов. Но опасна другая крайность, когда государственное регулирование рынков приводит к росту систематического риска.

Кратко рассмотрим еще две работы. Прежде всего, это работа А. Робсона (Robson, 2002), в которой в рамках модели «принципал–агент» рассматривается воздействие окружающей среды на формирование предпочтений людей на большом временном горизонте, насчитывающем тысячи лет. На конкретных примерах из эволюционной биологии автор показывает, как переход от примитивных сообществ охотников и собирателей к земледельческим племенам влияет на временные предпочтения индивидов, а также на их отношение к риску.

В работе (Poulsen, Poulsen, 2006) эволюция предпочтений происходит под воздействием институтов. Эффект воздействия создается прежде всего системой вознаграждений материального и морального характера. Если среди предпочтений есть такие, усиление которых институтами благотворно для индивидов, то эти предпочтения закрепляются, другие отмирают. Этот процесс происходит во времени и передается из поколения в поколение. Авторы рассматривают игровую модель на основе «дилеммы заключенных» и получают предельное распределение предпочтений. Условно разделяя типы поведения индивидов на материалистов, альтруистов и ресипрокаторов (последние ведут себя согласно библейскому «око за око...»), авторы показывают, как под воздействием институтов происходит эволюционное вытеснение одних типов и закрепление других.

Нами рассмотрены лишь некоторые из работ по эволюции предпочтений, но это неслучайный подбор публикаций. Хочется верить, что представленный обзор позволит составить впечатление о данной проблематике современной микроэкономической теории.

Источники

Alger I., Weibull J. Kinship, Incentives, and Evolution // *American Economic Review*. 2010. Vol. 100. № 4. P. 1725–1758.

Alger I., Weibull W. M. Homo Moralis — Preference Evolution Under Incomplete Information and Assortive Matching // *Econometrica*. 2013. Vol. 81. № 6. P. 2269–2302.

Alos-Ferrer C. Comment. Adaptive Preferences and Institutional Stability // *Journal of Institutional and Theoretical Economics*. 2014. Vol. 170. Iss. 1. P. 37–42.

Bergstrom N. C. On the Evolution of Altruistic Ethical Rules for Siblings // *American Economic Review*. 1995. Vol. 85. Iss. 1. P. 58–81.

Bergstrom T. C. The Algebra of Assortative Encounters and the Evolution of Cooperation // *International Game Theory*. 2003. Vol. 5. Iss. 3. P. 1–18.

- Dekel E., Ely J. C., Yilankaya O. Evolution of Preferences // *The Review of Economic Studies*. Vol. 74. Iss. 3. P. 685–704.
- Fershtman C., Heifetz A. Read My Lips, Watch for Leaps: Preference Equilibrium and Political Instability // *The Economic Journal*. 2006. Vol. 116. P. 246–265.
- Guth W. Incomplete Information about Reciprocal Incentives: an Evolutionary Approach to Explaining Cooperative Behavior // *International Journal of Game Theory*. 1995. Vol. 24. P. 323–344.
- Guth W., Kliemt H. The Indirect Evolutionary Approach: Bridging the Gap between Rationality and Adaptation // *Rationality and Society*. 1998. Vol. 10. Iss. 3. P. 377–399.
- Guth W., Yaari M. Explaining Reciprocal Behavior in Simple Strategic Games: An Evolutionary Approach // In *Explaining Process and Change: Approaches in Evolutionary Economics*. 1992. P. 23–34.
- Guttman J. M. Repeated Interaction and the Evolution of Preferences for Reciprocity // *The Economic Journal*. 2003. Vol. 113. P. 631–656.
- Hamilton W. D. The Genetic Evolution of Social Behavior // *Journal of Theoretical Biology*. Vol. 7. Iss. 1. P. 1–52.
- Heifetz A., Shannon C., Spiegel Y. The Dynamic Evolution of Preferences // *Economic Theory*. 2007. 32. P. 251–286.
- Herold F. Carrot or Stick? The Evolution of Reciprocal Preferences in a Haystack Model // *American Economic Review*. 2012. Vol. 102. Iss. 2. P. 914–940.
- Lehmann L., Alger I., Weibull J. Does Evolution Lead to Maximizing Behavior? // *Evolution*. 2015. Vol. 69. Iss. 7. P. 1858–1873.
- Leininger W. Evolutionary Stable Preferences in Contests // *Public Choice*. 2009. Vol. 140. P. 341–356.
- Lemoine D. Age-induced Acceleration of Time: Implications for Intertemporal Choice // *Journal of Economic Behavior and Organization*. 2018. Vol. 153. P. 143–152.
- Levine D. K., Modica S., Zurita F. Evolution of Impatience: The Example of the Farmer–Sheriff Game // *American Economic Journal: Microeconomics*. 2015. Vol. 7. Iss. 3. P. 295–317.
- Poulsen A., Poulsen O. Endogenous Preferences and Social-Dilemma Institutions // *Journal of Institutional and Theoretical Economics*. 2006. Vol. 162. Iss. 4. P. 627–660.
- Robson A. J. Evolution and Human Nature // *The Journal of Economic Perspectives*. 2002. Vol. 16. Iss. 2. P. 89–106.
- Robson A. J., Szentes B., Iantchev E. The Evolutionary Basis of Time Preference: Intergenerational Transfers and Sex // *American Economic Journal: Microeconomics*. 2012. Vol. 4. Iss. 4. P. 172–201.
- Von Weizsäcker C. C. Adaptive Preferences and Institutional Stability // *Journal of Institutional and Theoretical Economics*. 2014. Vol. 170. Iss. 1. P. 27–36.
- Weibull J. W. *Evolutionary Game Theory*. Cambridge, 1995.
- Zhang R., Brennan T. J., Lo A. W. The Origin of risk Aversion // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2014. Vol. 111. Iss. 50. P. 17777–17782.

References

- Alger I., Weibull J. Kinship, Incentives, and Evolution. *American Economic Review*, 2010, vol. 100. № 4, pp. 1725–1758.
- Alger I., Weibull W. M. Homo Moralís — Preference Evolution Under Incomplete Information and Assortive Matching. *Econometrica*, 2013, vol. 81. N 6, pp. 2269–2302.
- Alos-Ferrer C. Comment. Adaptive Preferences and Institutional Stability. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 2014, vol. 170, iss. 1, pp. 37–42.
- Bergstrom N. C. On the Evolution of Altruistic Ethical Rules for Siblings. *American Economic Review*, 1995, vol. 85, iss. 1, pp. 58–81.
- Bergstrom T. C. The Algebra of Assortative Encounters and the Evolution of Cooperation. *International Game Theory*, 2003, vol. 5, iss. 3, pp. 1–18.
- Dekel E., Ely J. C., Yilankaya O. Evolution of Preferences. *The Review of Economic Studies*, vol. 74, iss. 3, pp. 685–704.
- Fershtman C., Heifetz A. Read My Lips, Watch for Leaps: Preference Equilibrium and Political Instability. *The Economic Journal*, 2006, vol. 116, pp. 246–265.
- Guth W. Incomplete Information about Reciprocal Incentives: an Evolutionary Approach to Explaining Cooperative Behavior. *International Journal of Game Theory*, 1995, vol. 24, pp. 323–344.
- Guth W. Kliemt H. The Indirect Evolutionary Approach: Bridging the Gap between Rationality and Adaptation. *Rationality and Society*, 1998, vol. 10, iss. 3, pp. 377–399.
- Guth W. Yaari M. Explaining Reciprocal Behavior in Simple Strategic Games: An Evolutionary Approach. In *Explaining Process and Change: Approaches in Evolutionary Economics*, 1992, pp. 23–34.

- Guttman J. M. Repeated Interaction and the Evolution of Preferences for Reciprocity. *The Economic Journal*, 2003, vol. 113, pp. 631–656.
- Hamilton W. D. The Genetic Evolution of Social Behavior. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 7, iss. 1, pp. 1–52.
- Heifetz A., Shannon C., Spiegel Y. The Dynamic Evolution of Preferences. *Economic Theory*, 2007. 32, pp. 251–286.
- Herold F. Carrot or Stick? The Evolution of Reciprocal Preferences in a Haystack Model. *American Economic Review*, 2012, vol. 102, iss. 2, pp. 914–940.
- Lehmann L. Alger I. Weibull J. Does Evolution Lead to Maximizing Behavior? *Evolution*, 2015, vol. 69, iss. 7, pp. 1858–1873.
- Leininger W. Evolutionary Stable Preferences in Contests. *Public Choice*, 2009, vol. 140, pp. 341–356.
- Lemoine D. Age-induced Acceleration of Time: Implications for Intertemporal Choice. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 2018, vol. 153, pp. 143–152.
- Levine D. K., Modica S. Zurita F. Evolution of Impatience: The Example of the Farmer–Sheriff Game. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2015, vol. 7, iss. 3, pp. 295–317.
- Poulsen A. Poulsen O. Endogenous Preferences and Social–Dilemma Institutions. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 2006, vol. 162, iss. 4, pp. 627–660.
- Robson A. J. Evolution and Human Nature. *The Journal of Economic Perspectives*, 2002, vol. 16, iss. 2, pp. 89–106.
- Robson A. J., Szentos B., Iantchev E. The Evolutionary Basis of Time Preference: Intergenerational Transfers and Sex. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2012, vol. 4, iss. 4, pp. 172–201.
- Von Weizsacker C. C. Adaptive Preferences and Institutional Stability. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 2014, vol. 170, iss. 1, pp. 27–36.
- Weibull J. W. *Evolutionary Game Theory*. Cambridge, 1995.
- Zhang R., Brennan T. J., Lo A. W. The origin of risk aversion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2014, vol. 111, iss. 50, pp. 17777–17782.

Ю. В. Вымятина

канд. экон. наук, профессор факультета экономики Европейского университета в Санкт-Петербурге

Е. В. Полякова

докт. техн. наук, профессор факультета экономики Европейского университета в Санкт-Петербурге

ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ИНФЛЯЦИОННЫХ ОЖИДАНИЙ

Введение

В условиях инфляционного таргетирования — режима денежно-кредитной политики, при котором Центробанк обязуется достичь определенного целевого уровня инфляции — инфляционные ожидания оказываются одним из важнейших ориентиров при принятии решений относительно мер денежно-кредитной политики. Важность инфляционных ожиданий была осознана экономистами достаточно давно, однако их регулярное измерение и целенаправленное воздействие на их формирование за счет выстраивания коммуникации денежных властей является относительно новым явлением (Гребенников, 2020).

В процессе развития макроэкономики взгляд на то, как формируются ожидания (в том числе — инфляционные), когда они имеют значение, и насколько их следует принимать во внимание при моделировании экономики, менялся достаточно сильно и продолжает меняться до сих пор. На данный момент можно утверждать, что инфляционные ожидания стали важной частью макроэкономического моделирования, однако, глубокое понимание механизмов, лежащих в основе их формирования, отсутствует.

В этой статье мы хотим показать эволюцию подходов к моделированию инфляционных ожиданий, рассказать о малоизвестных работах в этой области, а также очертить современные возможности и вызовы. Мы начинаем с исторически (на современном этапе развития макроэкономического моделирования) первого слоя моделей инфляционных ожиданий в периоды гиперинфляции. На следующем шаге мы рассматриваем значимость инфляционных ожиданий в условиях любых значений инфляции и эволюцию подходов к их моделированию. В завершении мы обсуждаем возможности выявления инфляционных ожиданий на основе анализа текстового контента, а также экспериментальные подходы к выявлению динамики инфляционных ожиданий.

Моделирование инфляционных ожиданий в условиях гиперинфляции

Ожидания экономических агентов по поводу будущего достаточно давно воспринимались экономистами как важная часть экономической динамики, однако, первые попытки их формализации в экономической литературе были предприняты в середине 1950-х гг., а их расцвет пришелся на начало 1970-х гг., когда была сформулирована гипотеза рациональных ожиданий. Хотя во многих работах 1950-х гг. ожидания (как правило, адаптивные) использовались для исследования вопроса о стабильности процесса «нашупывания» в паутинообразной

модели установления равновесной цены на отдельном рынке, авторы некоторых макроэкономических работ обращались к ожиданиям.

Можно отметить работу Фридмана (Friedman, 1957), в которой при моделировании функции потребления принимались во внимание ожидания репрезентативного экономического агента относительно дохода в течение всей жизни. Но, пожалуй, более всего в макроэкономическом обсуждении ожиданий того периода известна работа Кейгана (Cagan, 1956), посвященная гиперинфляции. Эта работа стала отправной точкой для большинства исследователей, занимавшихся теоретическим или эмпирическим моделированием процесса гиперинфляции и, в частности, формирования инфляционных ожиданий в условиях гиперинфляции.

Кейган и его последователи

В предложенной Кейганом модели гиперинфляции спрос на реальные денежные остатки зависит от ожидаемой инфляции¹.

$$\ln\left(\frac{M}{P}\right)_t = \alpha_0 + \alpha_1 E_t + u_t,$$

где (M/P) — реальные денежные остатки, E_t — ожидания по поводу инфляции в периоде времени t , сформированные в периоде $(t - 1)$, u — остатки, $\alpha_0, \alpha_1 < 0$ — параметры².

Предполагается, что инфляционные ожидания адаптивны и меняются во времени в зависимости от совершенной ошибки по следующему правилу

$$\frac{dE_t}{dt} = \beta(\pi_t - E_t),$$

где π_t — инфляция в периоде времени t , $\beta > 0$ — параметр. Заметим, что коэффициенты α_1 и β в уравнениях модели не зависят от величины инфляции и не меняются со временем.

Важнейшие вопросы о происхождении инфляционных ожиданий и лежащих в основе их формирования механизмов в работе Кейгана не обсуждаются. Кейган исходит из того, что в любой момент времени, зная инфляцию в предыдущие периоды, инфляционные ожидания можно итеративно вычислить по формуле

$$E_t = (1 - e^{-\beta}) \sum_{i=0}^t \pi_{t-i} e^{-\beta i},$$

то есть ожидания могут быть представлены в виде экспоненциально взвешенного среднего последовательности исторических темпов роста цен.

Кейган провел эмпирический анализ предложенной им модели на данных о гиперинфляциях в 1920-х гг. в пяти европейских странах: Австрии, Венгрии, Германии, Польше, России, и данных о гиперинфляции в Греции в 1940-х гг.³ Хотя и с некоторыми оговорками, он нашел подтверждение того, что спрос на реальные денежные остатки в период гиперинфляции действительно может быть объяснен динамикой инфляции в прошлых периодах. Следует подчеркнуть, что по современным стандартам это исследование было далеко от идеала — малое количество данных (от 19 до 35 помесечных наблюдений с не самым высоким качеством данных), игнорирование временной структуры данных и т. п. Однако теоретическая модель стала отправной точкой для целого ряда исследований.

¹ Напомним, что в периоды более низкой инфляции спрос на реальные денежные остатки зависит не только от ожидаемой инфляции, но и от общего дохода в экономике и ставки процента.

² Заметим, что из формулы следует, что реальная касса растет с ростом инфляции, но в действительности при гиперинфляции возникает обратная зависимость. — *Прим. ред.*

³ Детали проведенного эмпирического исследования можно найти в работе (Cagan, 1956).

Базовая модель Кейгана не только активно использовалась в эмпирическом анализе, но и обсуждалась в контексте развития экономической теории. Рассмотрим несколько работ, представляющих развитие дискуссии по вопросу моделирования гиперинфляционных ожиданий и соответствующей эмпирической проверки предлагаемых моделей. Интересно отметить, что развитие этой области экономики следовало трендам в «моде» на определенном роде теоретические и эмпирические работы в макроэкономике, а также — что вполне объяснимо — реагировало на появление новых случаев гиперинфляции, дававших свежую пищу для анализа.

После работы Кейгана в 1950-х гг. интерес к моделированию процессов гиперинфляции и инфляционных ожиданий при гиперинфляции возродился в 1970-е гг., когда в макроэкономике обратили внимание на предложенную еще в 1961 г. Мутом (Muth, 1961) концепцию рациональных ожиданий. Фактически, рациональными стали называть ожидания, которые не могут быть систематически ошибочными, и в которые заложена вся информация о прошлых значениях релевантных макроэкономических показателей, доступная на момент формирования ожиданий.

В 1973 г. Саргент и Уоллис (Sargent and Wallace, 1973) показали, что предложенное Кейганом правило формирования инфляционных ожиданий в условиях гиперинфляции может быть сведено к рациональным ожиданиям при определенных условиях. Наиболее важное из таких условий — наличие обратной связи от инфляции к росту денежного предложения в последующий период. Авторы работы эмпирически показали, что в периоды гиперинфляции предложение денег не может рассматриваться как экзогенное, поскольку политика государства в условиях гиперинфляции фактически сводилась к увеличению количества денег в ответ на рост инфляции. Получается, гиперинфляции возникали из-за того, что правительство печатало больше денег, при отсутствии возможности собирать больше налогов в условиях высокой инфляции. Очевидно, что это — важный, но не единственный механизм, отвечающий за появление гиперинфляции.

В 1977 г. Хан (Khan, 1977) модифицировал модель Кейгана таким образом, чтобы учесть возможность изменения скорости, с которой экономические агенты пересматривают инфляционные ожидания в зависимости от разрыва между ожидаемой и реальной инфляцией — чем выше уровень и скорость изменения инфляции, тем быстрее пересматриваются инфляционные ожидания. Хан реализовал эту идею достаточно простым способом, сделав коэффициент при инфляционных ожиданиях линейной функцией от уровня инфляции и изменения инфляции. Основываясь на результатах проведенного эмпирического исследования, он предположил, что если моделировать инфляционные ожидания в случае гиперинфляции с постоянным коэффициентом, эластичность спроса на деньги по инфляции оказывается переоцененной. Это была одна из первых работ, в которых было показано, что в простой модели Кейгана трудно добиться того, чтобы эластичность хорошо соответствовала данным.

Фридман (Friedman, 1978) обратил внимание на то, что корректное применение модели Кейгана к реальным данным требует рассмотрения ее дискретного аналога. Это привело к исправлению условий стабильности в модели Кейгана. Переоценка Фридманом модели спроса на деньги при гиперинфляции с использованием данных Кейгана дала неоднозначные результаты относительно стабильности полученных моделей. Он также отметил, что условие, наложенное на модель Кейгана Саргентом и Уоллесом для обеспечения рациональности ожиданий, подразумевает, что инфляция должна описываться процессом случайного блуждания с нулевым дрейфом и шумом, что означает динамическую

нестабильность в смысле, отличном от того, который подразумевает Кейган. Более того, результаты Фридмана показали, что динамику инфляции в использованных Кейганом данных нельзя объяснить случайным блужданием.

Эванс (Evans, 1978) назвал «ожидания» в модели Кейгана «предвосхищениями» (возможно, чтобы вообще не касаться в своей работе вопроса об ожиданиях). Он подчеркнул, что Кейган на самом деле не описывал, каким образом эти предвосхищения формируются. В результате более сложного, чем у Кейгана, эконометрического анализа он обнаружил, что скорость роста предложения денег существенным образом влияет на уровень инфляции, что несколько противоречило тому процессу, который описывал Кейган. Эванс также одним из первых привлек внимание читателей к качеству данных.

Кристиано (Christiano, 1987) снова обратился к данным по гиперинфляции в Германии 1920-х гг., которые были использованы в работе Кейгана, и отметил, что результаты крайне чувствительны к тому, как определяются шоки спроса на реальные денежные остатки. В отсутствие предположения о случайном блуждании, необходимом для обоснования рациональности ожиданий, оценки параметров модели оказываются более качественными с точки зрения статистики. Кристиано также подчеркнул и другие проблемы с данными — возможные проблемы на этапе агрегирования данных при сборе статистики и гетероскедастичность.

В конце 1980-х — начале 1990-х гг. произошли два события, которые возродили интерес к вопросу гиперинфляции — падение социалистических режимов в странах центральной и восточной Европы и формализация идеи коинтеграции. Тэйлор (Taylor, 1991) одним из первых использовал коинтеграцию применительно к моделированию гиперинфляции. Он показал, что модель Кейгана подразумевает коинтеграцию между реальными денежными остатками и уровнем инфляции (при условии, что ошибки прогноза предполагаются стационарными).

При таком подходе модель Кейгана на практике подтвердилась на данных по гиперинфляции 1920-х гг. в Польше, Австрии и Венгрии, тогда как для Германии, по мнению Тейлора, следовало учесть замещение между национальной валютой и альтернативами (реальными активами или иностранной валютой). Идея коинтеграции применительно к процессам гиперинфляции была также использована в работах Тейлора и Филактиса (Taylor, Phylaktis, 1992, 1993) при изучении случаев гиперинфляции в странах Латинской Америки и на Тайване. Аналогичная идея была использована и в более ранней работе Френкеля и Тейлора (Frenkel, Taylor, 1989) для анализа гиперинфляции в Югославии в 1980-е гг.

Еще один автор, активно применявший коинтеграцию к анализу эпизодов гиперинфляции, — Энгстед. В работе 1993 г. (Engsted, 1993) он отметил, что при некоторых дополнительных предположениях (незначительных или постоянных шоках скорости обращения денег и дополнительных условиях относительно временных рядов денежной массы и уровня цен) в модели Кейгана должно быть два коинтеграционных соотношения — между номинальной денежной массой и уровнем цен, а также между реальными денежными остатками и темпом роста денежной массы¹. Он нашел подтверждение этому на основе данных по гиперинфляции в Германии 1920-х гг. Кроме того, Энгстед применил подход с использованием понятия настоящей стоимости Кемпбелла и Шиллера² (Campbell,

¹ Заметим, что эти коинтеграционные соотношения вытекают из предпосылок Кейгана о динамике инфляционных ожиданий, описанных выше.

² В данном случае рассматривается ожидаемая настоящая стоимость приведенного потока одиноких денежных платежей в будущем, оцениваемая с применением инфляционных ожиданий при гиперинфляции, предложенных Кейганом.

Shiller, 1987) и показал, что простая линейная модель Кейгана с рациональными ожиданиями не подтверждается на этих данных, однако отклонения от этой модели были преходящими¹.

Интересно, что в тот же год в работе Белади и др. (Beladi et al., 1993) также была использована модель настоящей стоимости применительно к случаям гиперинфляции, но в форме, предложенной Чоу (Chow, 1989), и с адаптивными инфляционными ожиданиями. Данные о гиперинфляции в 1920-х гг. в Германии и Венгрии подтвердили гипотезу адаптивных ожиданий в противовес рациональным, тогда как данные Польши за тот же период нельзя было описать ни одной из этих альтернативных моделей.

Энгстед продолжал развивать идею применения коинтеграции к исследованиям гиперинфляции, перейдя к построению VAR-моделей с коинтеграционными соотношениями в работе 1994 г. (Engsted, 1994). Он возвратился к анализу первоначальных данных, использованных в работе Кейгана, и не смог подтвердить гипотезу о рациональных ожиданиях для четырех из шести стран этой выборки. Однако ему удалось обнаружить прогнозный элемент в спросе на реальные денежные остатки, что позволило предположить целесообразность включения ожиданий относительно темпов роста предложения денег в функцию спроса на реальные денежные остатки.

Энгстед использовал свои идеи о коинтеграции и VAR-моделях в нескольких последующих работах. Например, в 1996 г. (Engsted, 1996) он вновь вернулся к гиперинфляции в Германии в 1920-х гг., применив более продвинутую эконометрическую методологию, и подтвердил наличие рациональных ожиданий агентов. В работе 1998 г. (Engsted, 1998) были рассмотрены также эпизоды гиперинфляции в Венгрии (1945–1946 гг.), Китае (1946–1949 гг.) и Югославии-Сербии (1991–1993 гг.). Модель Кейгана с рациональными ожиданиями оказалась верна для только венгерского случая.

Ряд других авторов также использовали VAR-модели с коинтеграцией для анализа гиперинфляции в Югославии в начале 1990-х гг. (Petrovica, Vujosevicab, 1996; Petrovica et al., 1999), в России в тот же период (Choudry, 1998), а также в других пост-социалистических странах (Christev, 2005).

Поскольку наиболее частым выходом из гиперинфляции является введение новой валюты, как правило, привязанной к некоторым реальным активам или устойчивой иностранной валюте, какое-то время в экономике параллельно могут сосуществовать две валюты — новая и старая. Штурценеггер (Sturzenegger, 1994) предложил изучить несколько случаев гиперинфляции с этой точки зрения. Аналогичный подход обсуждался в более ранней работе Шапиро и Ростовски (Shapiro, Rostowski, 1992) — они отметили, что введение новой, более стабильной валюты оказалось полезным для советской экономики 1920-х гг., поскольку способствовало, среди прочего, снижению потерь выпуска.

Штурценеггер предложил развитие модели Обстфельда и Рогоффа (Obstfeld, Rogoff, 1983) с рациональными ожиданиями относительно динамики инфляции, введя в функцию полезности две разные валюты². Если моделировать две различные валюты как товары-заменители, то введение в период гиперинфляции новой валюты, привязанной к реальным активам или устойчивой иностранной валюте,

¹ Это означает, что хотя не получилось подтвердить рациональные ожидания, данные не позволяют утверждать, что ожидания полностью нерациональны, а скорее имеют тенденцию возвращаться к траектории, которая наблюдалась бы при рациональных ожиданиях.

² Разные валюты выполняют разные функции денег, а потому по-разному представляют полезность денег — одна валюта как средства обращения, а другая — как средство накопления.

снижало скорость удешевления и первой, слабой, валюты, хотя спрос на деньги постепенно сдвигался в сторону новой, «более хорошей», валюты (в соответствии с законом Грешема—Коперника), и уже по инфляции в этой валюте формировались инфляционные ожидания.

Эту теоретическую модель Штурценеггер протестировал на данных о советской гиперинфляции 1920-х гг. и о гиперинфляции в Аргентине 1980-х гг. По утверждению автора, он смог подтвердить выводы, полученные на основе теоретической модели, на эмпирических данных. Здесь, правда, следует сделать важную оговорку: полученные выводы критическим образом зависят от предположения, что параллельные валюты являются заменителями. Однако, как показано в работе Шапиро и Ростовски (Shapiro and Rostowski, 1992), более реалистично предполагать, что введение новой валюты приводит к тому, что она начинает выполнять те функции денег, которые у старой отсутствуют — сохранения стоимости и исчисления долгов. И лишь по мере распространения новой валюты и вытеснения ею старой, к ней переходят и те функции, которые моделирует Штурценеггер (и Кейган) — средства обращения и, в меньшей степени, единицы счета. Соответственно, динамика инфляционных ожиданий также имеет более сложную природу, чем это представляется в модели Штурценеггера.

Другой интересный пример попытки улучшить соответствие модели Кейгана реальным данным — работа Ашворта и Эванс (Ashworth and Evans, 1998). Они предложили разные функциональные формы для спроса на реальные денежные остатки, чтобы учесть тот факт, что влияние инфляционных ожиданий может быть различным, в зависимости от величины инфляции. Развивая идеи из неопубликованной работы Барбозы (Holanda Barbosa), авторы подтвердили на эмпирических данных преимущество таких более сложных функциональных форм спроса на реальные денежные остатки. В некотором смысле это можно рассматривать как продолжение комментариев Хана (Khan, 1977) о неправдоподобии постоянного коэффициента инфляционных ожиданий в функции спроса на реальные денежные остатки в модели Кейгана.

Недавние эмпирические и теоретические работы по гиперинфляции либо обращаются к случаю Зимбабве (см., например, Makochekanwa, 2007; Kavila, Roux, 2017), либо помещают процессы гиперинфляции в более общий контекст (например, с учетом неопределенности экономической политики — см. Lopez, Mitchener, 2017), либо рассматривают появление национальных валют, не имеющих никакого обеспечения, как появление потенциальной возможности спекулятивных гиперинфляций (см., например, Obstfeld, Rogoff, 2017).

Как можно видеть из этого краткого и не претендующего на полноту обзора, модель Кейгана оставалась в центре внимания исследований, связанных с процессами гиперинфляции. Развитие исследований в этой области шло в направлении либо совершенствования методологии эмпирической работы, либо применения существующих методов к новым случаям гиперинфляции (причем с особым вниманием к рациональности ожиданий), либо попыток усовершенствования отдельных аспектов модели Кейгана. Исключений, не опиравшихся на модель Кейгана, было и остается крайне мало.

Одна интересная альтернатива модели Кейгана была разработана примерно в то же самое время, что и модель Кейгана, однако она привлекла значительно меньше внимания. Недавно эта модель была заново «открыта» Барталоном (Barthalon, 2014), который адаптировал эту модель к использованию в разных ситуациях, включая недавний случай гиперинфляции в Зимбабве и некоторые процессы на финансовых рынках. В следующем разделе кратко обсуждаются основные элементы этой альтернативной модели.

Модель «восприятия инфляции» Алле

В середине 1950-х гг. Морис Алле, лауреат Нобелевской премии по экономике 1988 г. (за вклад в теорию рынков и эффективного использования ресурсов) в серии работ разработал оригинальный подход к моделированию того, что он называл «восприятием инфляции». Этим термином Алле подчеркивал, что у экономических агентов есть какое-то восприятие процесса изменения цен, исходя из которого они могут представлять его развитие в ближайшем будущем. Ниже мы кратко представим оригинальный подход Алле (Allais, 1966; 1969) с использованием обозначений из работы Барталона (Barthalon, 2014).

Как и Кейган, Алле интересовался процессами гиперинфляции и объяснением динамики предложения денег с учетом инфляции и ставок процента. Ряд идей у Кейгана и Алле были общими — оба использовали экспоненциальное усреднение исторических темпов роста цен при моделировании адаптивных инфляционных ожиданий/восприятий. Тем не менее, в подходах Кейгана и Алле есть и существенные отличия. Кейган полагал, что связь между монетарными факторами можно исследовать практически в полном отрыве от реального сектора экономики, в силу чего он рассматривает связь между спросом на реальные денежные остатки и инфляцией. Алле начинает с анализа взаимосвязи номинальных величин в базовом уравнении количественной теории денег, сопоставляя спрос на номинальные деньги (с учетом скорости обращения денег) с общими номинальными тратами в экономике:

$$M_D(t) = k(t) D(t),$$

где $M_D(t)$ — спрос на номинальные деньги в периоде времени t , $k(t)$ — «Кембриджское k » (величина, обратная к скорости обращения денег и, по предположению Алле, изменяющаяся во времени), $D(t)$ — размер общих номинальных трат в экономике в периоде времени t .

Алле подчеркивает, что все может изменяться во времени. Он увязывает $k(t)$ — отношение номинальных денег к общим тратам — с переменной $Z(t)$, которую он называет «коэффициентом психологической экспансии». Этот коэффициент представляет собой настоящую приведенную стоимость прошлых номинальных темпов роста рассматриваемой переменной (экспоненциальное усреднение)¹.

Если речь идет о номинальных общих тратах, то мы смотрим на темпы роста номинальных общих трат, если речь идет об инфляции, мы смотрим на темпы роста инфляции. Отметим, что это похоже на идею, которую Эванс обсуждал в работе 1978 г.

При таком подходе больший вес придается изменениям интересующей нас переменной в более близкие к настоящему моменты времени, а информация от более отдаленных моментов времени учитывается с меньшим весом. Поскольку $k(t)$ связана с $Z(t)$ обратным образом, $Z(t)$ можно интерпретировать как коэффициент дисконтирования.

В свою очередь $Z(t)$ зависит от переменной $\chi(t)$, которая представляет собой изменяющуюся во времени интенсивность «угасания памяти». Алле полагал, что в зависимости от динамики интересующей нас переменной, мы будем опираться на более или менее длительный период при составлении представлений о ее будущей траектории. Если мы находимся в условиях стабильной экономической ситуации, то для нас может быть релевантной и информация о достаточно отдаленных периодах. Если же экономическая ситуация характеризуется высокой

¹ Речь идет о настоящей стоимости темпов роста за ряд лет.

нестабильностью, длительность «памяти» укорачивается — более близкий по времени опыт оказывается более важным. Это свойство и описывается изменяющейся во времени интенсивности угасания памяти.

Для моделирования этой особенности человеческого восприятия, Алле вводит понятие относительности времени. В ситуации стабильности, когда не наблюдается резких изменений экономических переменных, горизонт планирования экономических агентов примерно совпадает с календарными единицами — люди планируют на год, а иногда даже три или пять. То есть, экономическая жизнь ориентируется в планировании на календарное время. В случае существенной нестабильности горизонт планирования сокращается — до квартала или месяца, а в самых неблагоприятных условиях (сильнейшей гиперинфляции, как в Германии 1920-х гг.) — до часов. Получается, что «психологическое время», по которому выстраивается экономическая жизнь, начинает существенно отличаться от календарного времени. Именно это укорочение горизонта планирования в случае сильной экономической нестабильности и отвечает за более быстрое (в календарных терминах) затухание (угасание памяти).

С учетом указанных обстоятельств, Алле предлагает набор рекурсивных уравнений, на основе которого можно воспроизвести восприятие инфляции для любых ситуаций — от крайней дефляции до гиперинфляции. Приведем этот набор уравнений, следуя обозначениям Барталона (Barthalon, 2014):

$$\bar{x}_n = \frac{\ln(D_n / D_{n-1})}{p},$$

где \bar{x}_n — номинальный темп роста интересующей нас переменной (D_n), p — единичный отрезок времени (неделя, месяц, год и т. д.);

$$\bar{k}_n = \bar{x}_n - z_{n-1},$$

где \bar{k}_n — ошибка прогноза («восприятия»), z_{n-1} — «восприятие» переменной \bar{x}_n в предыдущем периоде;

$$k_n = \frac{\chi_0}{\Psi_{n-1}^*} \left[1 + \alpha Z_{n-1} \left(1 - \frac{\Psi_{n-1}^*}{1+b} \right) \right],$$

где χ_0 — константа, характеризующая угасание памяти в психологическом времени, а Ψ_n^* — нелинейная ограничивающая функция, связывающая психологическое и календарное время, α и b — параметры;

$$Z_n = Z_{n-1} + \frac{\bar{k}_n}{k_n} \left(1 - e^{-pk_n} \right),$$

$$\Psi_n^* = \frac{1+b}{1+be^{\alpha Z_n}},$$

$$\chi_n = \frac{\chi_0}{\Psi_n^*},$$

$$z_n = \chi_n Z_n,$$

где z_n — «прогноз» или «восприятие» инфляции в следующем ($n + 1$) периоде с учетом скорости забывания, переведенной в календарное время и умноженной на экспоненциальное среднее прошлых темпов роста инфляции, Z_n — коэффициент психологической экспансии, представляющий собой экспоненциальное усреднение прошлых темпов изменения инфляции;

$$el_n = 1 - e^{-pk_n},$$

где el_n — эластичность прогноза или восприятия инфляции по реально наблюдаемой инфляции;

$$g_n = e^{z_n} - 1,$$

где g_n — восприятие темпа роста инфляции.

Интересно отметить, что в этой модели чем выше становится реальная инфляция, тем выше эластичность (el_n) восприятия инфляции, что перекликается с соображениями из работы Хана (Khan, 1977). Алле предлагает использовать следующие значения для параметров уравнений: $\chi_0 = 4,8\%$ (для годовых данных), $\alpha = b = 1$, $\Psi(Z = 0) = 1$. Барталон не выявил серьезных изменений в результатах при изменении значений параметров (Barthalon, 2014).

Таким образом, на следующий период формируется восприятие не только уровня инфляции, но и темпов ее роста. В рамках этой системы «прогноз» формируется только на следующий период. Это имеет смысл с точки зрения психологического времени — более или менее надежный прогноз можно сделать только на один шаг вперед, а с прогнозами на более отдаленные периоды стоит подождать до появления дополнительной информации.

Сравнивая предложенный Алле механизм формирования восприятия инфляции с идеей рациональных ожиданий, мы видим, что Алле подходит достаточно близко к ней — прошлая информация (пусть и только об одном параметре — темпах роста прошлых периодов) используется в его алгоритме, но более отдаленное прошлое считается менее релевантным, что представляется логичным.

Барталон также предлагает вычислить длительность памяти — по аналогии с идеей финансовой дюрации, когда накопленное угасание памяти в последовательные периоды взвешивается в обратной пропорции к расстоянию от сегодняшнего периода времени, а затем все это дисконтируется на коэффициент психологической экспансии, взвешенный аналогичным образом.

Помимо параметров α , b и χ_0 в предложенном Алле алгоритме есть еще один параметр, который следует задать, и который зависит от рассматриваемого случая — Z_0 — начальное значение коэффициента психологической экспансии. Барталон воздерживается от предложений относительно того, каким образом стоит выбирать его первоначальное значение, но отмечает, что значимость этого параметра уменьшается со временем. Одно из возможных предложений — использовать среднее значение инфляции за несколько предыдущих периодов.¹

Предложенный Алле метод моделирования восприятия инфляции позволяет преодолеть несколько проблем модели Кейгана. Во-первых, механизм формирования прогноза на следующий период по принципу адаптивных ожиданий описан в явном виде и даже психологически обоснован. Во-вторых, в нем заложена возможность учитывать меняющиеся значения инфляции. В-третьих, этот подход не требует использования сложных эконометрических методов и позволяет избежать вопросов к качеству данных — экономические агенты ориентируются исключительно на данные, предлагаемые статистическими агентствами.

Кроме того, как и в модели Кейгана, нет необходимости предполагать, что люди используют информацию обо всех потенциально релевантных переменных, как в случае с рациональными ожиданиями. Наиболее привлекательным

¹ Подобный подход позволяет учитывать память агента относительно значений инфляции за несколько предыдущих периодов, что, в свою очередь, может оказывать влияние на построение прогноза.

преимуществом предложенного Алле подхода к описанию процесса формирования прогноза является возможность его применения к абсолютно любым значениям инфляции (включая эпизоды дефляции), а не только к эпизодам гиперинфляции.

Несмотря на большую гибкость в смысле применения, предложенный Алле принцип описания ожиданий оказался не востребовавшимся, и моделирование инфляционных ожиданий переместилось в иную плоскость.

Моделирование инфляционных ожиданий в условиях обычной инфляции

Вопрос о необходимости моделирования инфляционных ожиданий обсуждался в конце 1950-х гг. в связи с вопросом о стабильности системы множественных рынков в условиях, когда спрос и предложение зависят не только от наблюдаемых в настоящий момент цен, но и от ожиданий будущих цен. Эрроу и Нерволе (Arrow, Nervolet, 1958) показали, что если ожидания относительно цен формируются адаптивным образом по аналогии с вариантом, предложенным Кейганом, то при определенных условиях система множественных рынков характеризуется динамической стабильностью.

Однако вопрос о пригодности адаптивной схемы формирования ожиданий вскоре проявился довольно остро в связи с исчезновением кривой Филлипса в конце 1960-х гг. Напомним, что первые модели кривой Филлипса (Phillips, 1958; Samuelson, Solow, 1960) предполагали, что существует обратная взаимосвязь между уровнем инфляции и уровнем безработицы, что дает возможность выбирать между снижением безработицы и снижением инфляции. Однако активная эксплуатация этой взаимосвязи при проведении макроэкономической политики привела к тому, что эта взаимосвязь распалась¹.

Объяснение тому, что кривая Филлипса перестала работать, было найдено в инфляционных ожиданиях. В работах Фелпса (Phelps, 1968) и Фридмана (Friedman, 1968) было показано, что кривая Филлипса хорошо работает в том случае, если инфляционные ожидания равны нулю. Это разумное рабочее предположение при низкой или отсутствующей инфляции. Однако в случае систематически более высоких значений инфляции экономические агенты меняют свои ожидания с учетом наблюдаемых значений. В зависимости от того, насколько быстро экономические агенты учитывают в своих ожиданиях наблюдаемую динамику инфляции и наблюдаемые действия государства (в первую очередь в части фискальной и денежно-кредитной политики), инфляционные ожидания лучше моделировать либо с позиции рациональных ожиданий (высокая скорость подстройки), либо с позиции адаптивных ожиданий².

В 1970-х гг. рациональные ожидания с уверенностью одерживали верх. Мы уже видели на примере моделирования гиперинфляции, что хотя Кейган изначально ввел в свою модель адаптивные инфляционные ожидания, было показано, что при дополнительных предположениях их можно трактовать как рациональные. Привлекательность рациональных ожиданий с точки зрения экономической теории состоит в том, что они позволяют получать *оптимальные* ожидания (Evans, Ramey, 2006). Важно отметить, что если правило построения прогнозов экономическими

¹ Существуют и другие, обоснованные статистическим анализом, мнения авторитетных авторов (см., например, *Fuhrer J. C. The Phillips curve is alive and well // New England Economic Review. 1995. March/April. P. 41–55; Blanchard O., Cerutti E., Summers L. Inflation and activity — two explorations and their monetary policy implications / NBER Working Paper 21726. Nov. 2015. P. 24. — Прим. ред.*)

² В дальнейшем инфляционные ожидания были учтены в т.н. модифицированной кривой Филлипса.

агентами подпадает под определение рациональных ожиданий — т. е. таких ожиданий, когда учтена вся доступная на момент принятия решения информация о динамике экономических переменных и действиях государства — макроэкономическая политика оказывается ограниченной «критикой Лукаса» и теряет свою эффективность.

Несмотря на то, что рациональные ожидания были довольно быстро и широко приняты в экономической профессии, многие экономисты понимали, что подразумеваемая при этом степень рациональности экономических агентов не вполне согласуется с реальным поведением людей. В работе Де Канио (DeCanio, 1979) обсуждается, что рациональные ожидания означают доступность большого количества необходимой информации, а также возможность ее обработать. Если же получение и обработка информации являются затратными процессами, то более вероятной является схема, при которой экономические агенты на каждом следующем шаге учитывают при формировании прогноза ошибку, совершенную на предыдущем шаге. Де Канио показал, что при некоторых условиях такой процесс коррекции ожиданий с учетом предыдущего опыта позволяет приблизиться к прогнозам, которые формировались бы в присутствии рациональных ожиданий. Однако он подчеркнул, что никакие теоретические аргументы не смогут разрешить вопрос о механизме формирования ожиданий, и что к рациональным ожиданиям можно приблизиться в процессе усвоения накопленного опыта.

В развитие идей ДеКанио Эванс и Рэми (Evans, Ramey, 2006) показали, что если экономические агенты формируют ожидания по поводу инфляции адаптивным образом наподобие описанного Кейганом, то обучение на ошибках приводит к тому, что они научаются достаточно хорошо выявлять характеристики процесса, которым описываются реальные данные. Тем не менее, проблема с подходом такого рода связана с тем, что процесс, генерирующий данные, подвержен изменениям, и в случае, если изменения происходят часто, экономические агенты с адаптивными ожиданиями не успевают подстраиваться к изменениям.

Идеи Де Канио и Эванса с Рэми не новы — еще с 1950-х гг. исследователи отмечали, что поведение людей не может быть полностью описано в терминах рационального выбора (см., например, Simon, 1955). Это привело к появлению термина «ограниченная рациональность», под которую подпадает и адаптивный подход к формированию ожиданий. По мере того, как в экономической научной литературе появлялось все больше свидетельств нерационального поведения людей, стали появляться и работы, в которых люди делились на различные группы по принципу большей или меньшей рациональности, проявляемой в их прогнозах экономических величин, включая инфляцию.

В частности, появились гипотезы о том, что в то время как большинство людей не обладают достаточными знаниями и навыками, чтобы формировать рациональные ожидания по поводу инфляции (и других макроэкономических величин), есть группа людей, чьи ожидания, по-видимому, наиболее близки к рациональным — профессиональных составителей экономических прогнозов.

Например, в работе Кэролла (Carroll, 2003) показано с использованием обследований в США, что домохозяйства выводят свои ожидания по поводу инфляции на основе новостных сообщений о мнениях профессионалов. А ожидания профессионалов достаточно хорошо описываются гипотезой рациональных ожиданий.

Более того, Кэролл показал, что домохозяйства в большинстве случаев не отслеживают новости относительно меняющихся прогнозов профессионалов на постоянной основе. Люди склонны обращать внимание на изменения ожиданий в профессиональных прогнозах по поводу инфляции и других величин только

когда инфляция в реальности достаточно сильно отклоняется от их ожиданий, сформированных некоторое время назад. В результате ожидания по поводу инфляции у непрофессионалов меняются время от времени и более скачкообразно, чем ожидания профессионалов. Это явление называют «рациональным невниманием», подчеркивая, что при медленном изменении каких-либо величин неразумно производить тонкую подстройку ожиданий, требующую использования ограниченных когнитивных ресурсов.

Кэролл назвал ожидания основной части населения «жесткими» («негибкими») по аналогии с жесткостью/негибкостью цен в моделях новокейнсианского направления. Поскольку такими ожиданиями характеризуется значительная часть экономических агентов, это имеет важные последствия применительно к проведению макроэкономической политики.

Аналогичная идея развивается в работе Исо и Голинелли (Easaw, Golinelli, 2010) с использованием данных опросов по Великобритании. Как и в работе Кэролла предполагается, что значительная часть экономических агентов формирует ожидания по поводу макроэкономических величин (в первую очередь — инфляции) на основе прогнозов профессионалов. Тем самым, можно выписать «эпидемиологическую» модель¹ распространения ожиданий профессионалов по популяции с учетом скорости этого распространения ожиданий.

По скорости усвоения обновленных ожиданий авторы делят всех экономических агентов на «активных», чьи ожидания быстро подстраиваются под меняющиеся экономические обстоятельства и больше всего подпадают под рациональные, и «пассивных», которые подстраивают свои ожидания медленнее. Тем самым, пассивные экономические агенты в терминологии Исо и Голинелли отличаются жесткостью инфляционных ожиданий в терминологии Кэролла.

Исследуя эволюцию ожиданий на базе обследования Barclays Basix, Исо и Голинелли выделяют экономистов-аналитиков, работающих в бизнесе, как составителей профессиональных прогнозов, поскольку их ожидания эволюционируют независимо от ожиданий всех остальных групп. Прочие экономические агенты делятся на четыре группы — две группы отнесены к активным и две — к пассивным экономическим агентам.

Активные экономические агенты представлены финансовыми директорами и лидерами профсоюзов — их рабочие задачи требуют максимально точных прогнозов, и они быстрее усваивают пересмотр ожиданий профессионалами. К пассивным экономическим агентам относятся экономисты из академических кругов и широкая публика — их ожидания подстраиваются медленно. Если в отношении значительной части домохозяйств пассивность в обновлении ожиданий можно объяснить рациональной невнимательностью, то поведение академических экономистов может вызывать вопросы. Однако поскольку значительная часть из них не имеет необходимости регулярно выдавать как можно более точные прогнозы, их поведение также может подпадать под действие рационального невнимания, которое, как подчеркивают авторы, представляется важным практическим правилом формирования инфляционных ожиданий в условиях достаточно стабильной инфляции.

В работе Трехана (Trehan, 2010) по данным опросов об инфляционных ожиданиях в США также показано, что домохозяйства, по-видимому, еще не отреагировали на изменение инфляционных процессов в 2000-х гг. Домохозяйства

¹ Об «эпидемиологических» моделях говорят в тех случаях, когда рассматриваются модели, первоначально разработанные в эпидемиологии и описывающие распространение в обществе некоторого признака/характеристики, подобно некоторому заболеванию/вирусу.

по-прежнему придают больший вес инфляции, наблюдаемой непосредственно в период, предшествующий прогнозному, что хорошо соотносится и с гипотезой Алле. И хотя на первый взгляд профессионалы, в чьи обязанности входит составление прогнозов, уже отрефлексируют изменения в инфляционных процессах, их внимание сместилось с инфляции, рассчитываемой на основе индекса потребительских цен, к базовой инфляции. В результате, профессионалы также систематически ошибаются в своих ожиданиях относительно инфляции по ИПЦ, что не способствует формированию корректных ожиданий и у домохозяйств. Тем самым, поднимается новый вопрос — о необходимости учитывать изменения прогнозируемого показателя у профессионалов.

В работе Ангелетоса с соавторами (Angeletos et al., 2020) рассматривается, как на формирование ожиданий, в том числе у экономических агентов, реагирующих на ожидания профессионалов, влияет (не)доступность информации, и как индивидуальные реакции формируют общий отклик. В частности, они показывают, что в ответ на существенные шоки в экономике, определяющие деловые циклы, общие ожидания сначала запаздывают с реакцией, а затем показывают чрезмерную реакцию. Авторы объясняют это тем, что информация о происходящем в экономике и о трактовке этих изменений распространяется среди населения постепенно. И в то время как каждый отдельный индивид реагирует на информацию о шоках чрезмерным изменением ожиданий, из-за постепенного распространения информации реакция сначала запаздывает, а затем, спустя несколько периодов, оказывается завышенной. Эти данные о динамике ожиданий (в том числе — инфляционных) также важно учитывать при формировании макроэкономической политики.

Краткое, но пассионарное, обсуждение вопроса о том, адаптивные или рациональные ожидания следует использовать экономистам, можно найти в работе Чоу (Chow, 2011). С отсылками к своей более ранней работе на ту же тему (Chow, 1989), автор обсуждает, что гипотеза о рациональных ожиданиях была принята экономистами без должного критического рассмотрения, и что она не подтверждается ни статистическими фактами, ни психологическими особенностями человеческого поведения. Чоу отмечает, что хотя рациональные ожидания дают красивые математические результаты при моделировании макроэкономических процессов, ими не следует увлекаться, поскольку в значительной части случаев они не проходят проверки фактами.

С учетом собственного опыта эмпирического моделирования, Чоу рекомендует использовать адаптивные ожидания с убывающими весами для более отдаленных значений (в полном соответствии с предложениями Кейгана для моделирования инфляционных ожиданий при гиперинфляции, и с предложениями Алле для моделирования любых ожиданий относительно экономических процессов). Чоу, однако, допускает возможность использования рациональных ожиданий в отдельных случаях, когда данные допускают такую возможность без натяжек и дополнительных предположений.

Таким образом, рациональные ожидания значительно сдали свои позиции в пользу какой-либо формы адаптивных ожиданий (во всяком случае для подавляющего большинства экономических агентов), вернувшись, тем самым, к исходной точке. У экономистов сформировался некоторый базовый набор способов описания инфляционных ожиданий, связанных с той или иной формой адаптивных ожиданий — авторегрессионные модели, модели, учитывающие значение инфляции предыдущего периода, модели, учитывающие изменение инфляции между двумя периодами, модели, в которых помимо собственно инфляции учитывается

информация о разрыве выпуска, а также модели, в которых информация об основных макроэкономических показателях поступает с некоторой задержкой. Конкретная модель выбирается в зависимости от задачи, наличия данных и с учетом качества получаемых результатов.

Новые подходы к инфляционным ожиданиям

В последнее время дискуссия относительно инфляционных ожиданий перемещается в плоскость более технической. Частично это связано с появлением новых данных. Например, в США с 1997 г. можно получать значение инфляционных ожиданий на базе сопоставления рыночных цен облигаций государственного долга с фиксированным номинальным процентом и аналогичных облигаций с поправкой на инфляцию. Однако этот метод также подвержен критике — в частности, известно, что цены на финансовых рынках избыточно реагируют на новостной фон, а сами рынки сложно считать эффективными. Очевидно также, что такие показатели инфляционных ожиданий отражают ожидания определенной группы людей — участников соответствующего сегмента финансового рынка, — которые не обязательно совпадают с инфляционными ожиданиями всех экономических агентов внутри страны. Наконец, подобная оценка доступна не для всех стран, поскольку значительная часть развивающихся стран воздерживается от выпуска такого рода бумаг.

Более перспективными представляются два других направления — исследование больших массивов данных и проведение экспериментов. Первое фактически занимается поиском замены дорогостоящих опросов по поводу инфляционных ожиданий и ориентируется скорее на воспроизведение динамики опросных данных, абстрагируясь от вопроса о механизме формирования ожиданий. Второе в значительной степени ориентируется на выявление механизма формирования ожиданий, пусть и в определенных границах, задаваемых рамками эксперимента. Рассмотрим ниже кратко оба подхода.

Выявление инфляционных ожиданий на основе машинного обучения

Возможность использовать различные массивы данных и текста для выявления разного рода ненаблюдаемых напрямую показателей, включая ожидания экономических агентов по поводу различных макроэкономических показателей активно обсуждается в литературе в связи с появлением методов по обработке текстовых данных. Одна из первых академических работ такого рода рассматривает возможность оценки инфляционных ожиданий российского населения с использованием методов машинного обучения (Голощапова, Андреев, 2017).

Авторы предлагают оценивать инфляционные ожидания на основе анализа текстовых комментариев читателей крупных экономических СМИ к статьям, посвященным инфляции, с разделением этих комментариев по эмоциональному окрасу на негативные и положительные. В целом динамика полученных инфляционных ожиданий схожа с результатами оценки инфляционных ожиданий Банком России (опережает ее примерно на месяц). Наиболее серьезная критика этого подхода связана с очевидным смещением выборки — далеко не все жители России имеют возможность или желание комментировать статьи на экономическую тематику в Интернете. Авторы не предлагают способов корректировать это смещение, хотя это важно с точки зрения применимости получаемых результатов для обоснования денежно-кредитной политики. В терминах предыдущих рассмотренных работ (например, Easaw, Golinelli, 2010) можно предположить, что использованная авторами выборка отражает наиболее активных экономических

агентов, быстро адаптирующих свои ожидания к изменениям профессиональных прогнозов.

Схожая идея использована для выявления инфляционных ожиданий в Индии в работе Банерджи с соавторами (Banerjee et al., 2018). Вместо комментариев к текстам с финансовыми новостями авторы работы рассматривают публикации в финансовых СМИ, посвященные инфляции, и выявляют с помощью машинного обучения, рост или снижение инфляции прогнозируется в этих публикациях.

Авторы отмечают, что по сравнению с настоящими инфляционными ожиданиями по населению в целом здесь будет наблюдаться смещение, поскольку жители сельской Индии крайне редко и с большим запаздыванием реагируют на новостные сообщения в финансовых СМИ. С учетом этого, они предполагают, что получаемая ими оценка скорее отражает инфляционные ожидания городских жителей, и показывают, что она действительно позволяет лучше прогнозировать будущие значения инфляции в городах. Заметим, что в этой работе фактически предполагается, что мнение экспертов (авторов статей) без задержек и искажений влияет на инфляционные ожидания городских жителей, что должно быть предметом дополнительного исследования. Тем не менее, полученные авторами инфляционные ожидания достаточно хорошо коррелируют с опросными данными Центробанка Индии и позволяют давать более корректные прогнозы будущей инфляции.

В работе Ларсена и соавторов (Larsen et al., 2020) также признается, что публикации в СМИ влияют на инфляционные ожидания экономических агентов, поскольку СМИ выступают своего рода медиатором, посредством которого люди получают информацию о состоянии экономики. Изучив с помощью методов машинного обучения корпус новостных текстов по США, посвященных экономике, авторы установили, что тип новостей об экономике, которые СМИ отбирают для представления своим читателям, является хорошим предиктором инфляционных ожиданий и собственно будущей инфляции. Кроме того, в результате этого исследования было установлено, что степень «информационной нечувствительности» (рационального невнимания) домохозяйств к экономическим новостям меняется во времени и связана с типом новостей, публикуемых СМИ. Эта работа является еще одним подтверждением того, что новости влияют на формирование инфляционных ожиданий и, через них, на собственно инфляцию.

Фактически, во всех рассмотренных работах признается важная роль СМИ в передаче сведений экономическим агентам о состоянии мира и о прогнозах профессиональных экономистов-аналитиков относительно будущей траектории развития. Рассмотрение методами машинного обучения эмоционального фона в работе Голощаповой и Андреева или выявление сигнала относительно ожидаемого роста или снижения цен в работе Банерджи с соавторами подчеркивает важность рассмотрения создаваемого в СМИ нарратива, на что также указывает Роберт Шиллер в своей недавно вышедшей работе (Shiller, 2019).

Интересно отметить еще одно направление использования методов машинного обучения в связи с инфляционными ожиданиями — прогнозирование инфляции на основе данных опросов по инфляционным ожиданиям, проводимых Центральными банками различных стран. Кучукефе (Küçükefe, 2018) использует данные опросов Центробанка Турции об инфляционных ожиданиях, чтобы прогнозировать на их основе будущую инфляцию. Фактически, прогнозирование инфляции на основе данных об инфляционных ожиданиях в этой работе рассматривается как специфическая задача машинного обучения. Наиболее качественные результаты достигаются при работе алгоритма *random forest* (случайный лес),

который позволяет учесть нелинейные взаимосвязи и отбирать наиболее важные для решения поставленной задачи переменные. Однако насколько предлагаемый автором способ прогнозирования инфляции устойчив к внешним шокам, влияющим на инфляционные ожидания и методику их сбора, еще предстоит выяснить.

К схожим выводам относительно наиболее перспективного алгоритма для прогнозирования инфляции на основе опросов об инфляционных ожиданиях в США приходят Медейрос с соавторами (Medeiros et al., 2019). Они исследуют устойчивость получаемых методом «случайного леса» оценок инфляции и подтверждают, что он дает наилучшие результаты в случае как подъемов, так и спадов в течение экономического цикла, включая такие серьезные экономические потрясения, как Великая рецессия (следствие кризиса 2008–2009 гг.), когда в экономике значительно выросла неопределенность. Такой подход к прогнозированию инфляции представляется авторам более перспективным, чем использование калиброванных моделей (в частности, динамических стохастических моделей общего экономического равновесия), поскольку их результаты существенным образом зависят от выбора первоначальных параметров и могут давать неудовлетворительные результаты в случаях серьезных шоков.

По всей вероятности, следующим шагом в развитии применения методов машинного обучения станет выявление с помощью соответствующих алгоритмов инфляционных ожиданий, а затем прогнозирование подходящими алгоритмами будущего значения инфляции на основе выявленных инфляционных ожиданий. Однако заметим, что методы машинного обучения представляют собой по сути «черный ящик», который не позволяет получить объяснение механизма, связывающего параметры на входе и выходе. В этом смысле более привлекательными для понимания механики формирования инфляционных ожиданий являются специальным образом выстроенные эксперименты.

Выявление механизмов инфляционных ожиданий с помощью экспериментов

Использование экспериментов становится все более востребованным в самых разных областях экономической науки, и макроэкономика не является исключением. Отметим несколько направлений, в которых развиваются эксперименты, связанные с инфляционными ожиданиями. Чаще всего, авторы таких экспериментов симулируют экономику на основе новокейнсианской модели с жесткими (негибкими) ценами и смотрят на то, как поступающая информация отражается в ожиданиях участниками эксперимента инфляции на следующий период, и какие правила формирования ожиданий хорошо описывают динамику ожиданий.

Такой подход применен, например, в работе Пфайфар и Жакеля (Pfaiifar, Žakelj, 2014), которые фокусировались на адаптивном обучении и рациональных ожиданиях. Они выявили, что в 40% случаев нельзя отклонить гипотезу о рациональности участников эксперимента, а свыше 20% участников явно пользуются каким-то вариантом адаптивной обучающей модели, обновляя прогнозы по мере поступления новой информации. Однако они также установили, что участники эксперимента не придерживаются какой-то одной модели, а переключаются между несколькими моделями, причем наиболее вероятно переключение между моделями в период рецессии.

Экспериментальные исследования позволяют также выявить характер влияния таргетирования инфляции на формирование инфляционных ожиданий (см., например, Cornand, M'baye, 2018a) и ответить на вопрос о целесообразности анонсирования точечной цели (конкретного значения) или целевого интервала (см., например, Cornand, M'baye, 2018b).

Закономерно задаться вопросом о том, насколько инфляционные ожидания, получаемые в рамках эксперимента, отличаются от инфляционных ожиданий, выявляемых посредством традиционных опросов населения, или прогнозов профессиональных участников рынка. В одной из последних работ по обсуждаемой проблематике Корнанд и Юбера (Cornard, Hubert, 2020) приведены результаты анализа прогнозов инфляционных ожиданий для четырех различных типов измерений инфляционных ожиданий (на основе экспериментальных данных, данных опросов, данных финансового рынка и данных Центрального банка), которые соответствуют шести категориям агентов (участникам экспериментов, домашним хозяйствам, промышленности, профессионалам по составлению прогнозов, участникам финансового рынка, сотрудникам Центрального Банка и политикам). Признавая неоднородность используемых наборов макроэкономических данных в отношении их горизонтов прогнозирования, частоты и рассматриваемого периода выборки, авторы реализуют эмпирический анализ на выборке с 1987 по 2017 г. с целью сравнения различных типов агентов, а также макроэкономических условий. Интересно, что во всех случаях ошибки прогноза велики и характеризуются наличием автокорреляции, а пересмотр прогнозов, как и ошибки прогноза, можно предсказать на основе прошлой информации, что говорит об ограниченной рациональности или о несовершенном распространении информации. Во всех случаях значения инфляции с лагом позитивно влияют на формирование инфляционных ожиданий, подтверждая версию об адаптивном формировании ожиданий. Важно также отметить, что инфляционные ожидания в рамках экспериментов схожи с данными опросов и финансовых рынков, однако отличаются от прогнозов Центробанков.

Отчасти отличие прогнозов Центробанка от прогнозов «широкой публики» можно объяснить ограниченной рациональностью экономических агентов и рациональным невниманием даже к имеющейся информации. Это показано, например, в работе Кавальо (Cavallo et al., 2017). Изучив данные опросных экспериментов, авторы показали, что в условиях низкой инфляции индивиды не склонны обращать внимание на информацию об инфляции и имеют смутное представление о том, каковы последние значения. Это вполне согласуется с рациональным невниманием — аналогичный эффект отмечался и в работах Кэролла (Caroll, 2003) и Исо и Голинелли (Easaw, Golinelli, 2010).

Однако Кавальо с соавторами установили еще один источник проблем с «усвоением информации» — даже когда данные об инфляции доступны, люди в большей степени полагаются на менее точные источники информации, включая собственную память о динамике цен на товары-представители в супермаркете. Очевидно, что такого рода когнитивные искажения осложняют возможности Центробанка влиять на инфляционные ожидания в нужную сторону.

Несмотря на появление и распространение новых методов выявления инфляционных ожиданий, опросы остаются наиболее используемыми Центробанками. Интересный эксперимент применительно к опросам был реализован под эгидой Банка международных расчетов в 2009–2010 гг. (Galati et al., 2011). Участники опросов еженедельно (такая частота нехарактерна для опросов по инфляционным ожиданиям) сообщали о своих кратко-, средне- и долгосрочных ожиданиях инфляции. Всем участникам предоставлялась наиболее свежая информация относительно инфляции в еврозоне.

Выяснилось, что долгосрочные ожидания инфляции были довольно стабильны и оставались на уровне определения ценовой стабильности Европейского ЦБ. Проблемы в еврозоне в связи с фискальным кризисом в Греции повлияли

только на краткосрочные и среднесрочные инфляционные ожидания. В целом ожидания менялись тем реже, чем на более долгий временной горизонт они были сформированы. Кроме того, краткосрочные инфляционные ожидания оказались достаточно гомогенны между различными группами экономических агентов, но гетерогенны для более длительных временных промежутков.

Даже краткий обзор работ, связанных с использованием экспериментов для выявления инфляционных ожиданий, показывает, что инфляционные ожидания, выявляемые в экспериментах, могут служить заменой соответствующих опросов. Однако эксперименты не позволяют (по крайней мере, пока) пролить свет на механизм формирования инфляционных ожиданий. По всей видимости, выявление механизма потребует более тесной работы с психологами, анализа допущения различных моделей для различных временных горизонтов и различных уровней наблюдаемой инфляции.

Заключение

Как можно заметить из этого краткого обзора обсуждения инфляционных ожиданий, в отношении к ним экономисты совершили полный круг — возможно, только первый виток в спирали понимания этого явления. Все началось с обсуждения инфляционных ожиданий в условиях гиперинфляции — ситуации, когда инфляционные ожидания очевидно существуют и влияют на решения экономических агентов. Поскольку чем выше уровень инфляции, тем сильнее ее волатильность, предположение об адаптивном характере инфляционных ожиданиях при гиперинфляции представлялось логичным и было одновременно предложено двумя работавшими независимо друг от друга авторами — Кейганом и Алле.

Однако позднее стало понятно, что ожидания относительно инфляции существуют не только в условиях, когда инфляция аномально высокая. Оказалось, что при низкой инфляции и ожидания относительно будущей инфляции низкие, и ими можно пренебречь — до тех пор, пока наблюдаемая инфляция не окажется достаточно высокой, чтобы влиять на решения экономических агентов. С 1970-х гг. ожидания стали важной составной частью макроэкономического анализа; ведущую роль довольно быстро заняли рациональные ожидания. Дать однозначное объяснение их широкого принятия макроэкономистами сложно, но можно высказать гипотезу психологического характера. Во-первых, сложно представить себе, чтобы люди систематически обманывались, и эволюция кривой Филлипса наглядно свидетельствовала об обратном. Во-вторых, рациональные ожидания позволяют получать математически красивые решения, что представляется важным при анализе моделей.

Заметим, что в период увлечения рациональными ожиданиями, даже модели, основанные в явном виде на адаптивных ожиданиях, как модель Кейгана, стремились представить через рациональные ожидания за счет введения дополнительных предположений. Тем не менее, даже в этот период были сторонники адаптивных ожиданий разного рода, особенно среди экономистов, занимавшихся эмпирическими исследованиями этого вопроса. По мере того, как набирала силу поведенческая экономика и накапливался критический объем эмпирических работ, становилось понятно, что и информация не всегда доступна полностью либо не полностью воспринимается, и протекание когнитивных процессов не позволяет считать людей полностью рациональными.

В результате родился своего рода компромисс, когда под рациональностью стали понимать процесс адаптивного научения, а разного рода модели адаптивных

ожиданий прочно вошли в арсенал макроэкономистов. Но вслед за этим возникли и другие вопросы — как формируют инфляционные ожидания разные группы экономических агентов (в первую очередь с точки зрения их понимания макроэкономических процессов и отслеживания ими поступающей информации), как на восприятие инфляции и формирование инфляционных ожиданий влияют СМИ и коммуникация Центробанка, как абсолютные значения инфляции влияют на формирование инфляционных ожиданий. Новые возможности — проведение экспериментов или анализ текстовых сообщений — позволили частично ответить на эти вопросы, но вызвали в ответ новый набор вопросов.

Тем не менее, мало в каких исследованиях затрагивается вопрос о том, как связаны между собой механизмы формирования инфляционных ожиданий на разных временных горизонтах и для разного уровня наблюдаемой инфляции. Единственный известный нам механизм формирования инфляционных ожиданий, позволяющий рассматривать как разные временные горизонты, так и работающий для разных значений регистрируемой инфляции, был предложен Алле в 1950-х гг., однако, оказался невостребованным в силу различных причин. Несмотря на множество отдельных гипотез относительно формирования инфляционных ожиданий в различных условиях, всеобъемлющей модели этого механизма пока не предложено, и ее разработка представляет собой амбициозный исследовательский вопрос¹.

Источники

- Голощапова И. О., Андреев М. Л.* Оценка инфляционных ожиданий российского населения методами машинного обучения // Вопросы экономики. 2017. № 6 (2017). С. 71–93.
- Гребенников П. И.* О модернизации макроэкономики // Финансы и бизнес. 2020. № 16 (2). С. 3–33.
- Allais M.* A Restatement of the Quantity Theory of Money // American Economic Review. 1966. Vol. 56. Iss. 5. P. 1123–1157.
- Allais M.* Growth and Inflation // Journal of Money, Credit and Banking. 1969. Vol. 1. Iss. 3. P. 355–426.
- Angeletos G.-M., Huo Zh., Sastry K. A.* Imperfect Macroeconomic Expectations: Evidence and Theory // NBER Working Paper. 2020. N 27308.
- Arrow K. J., Nerlove M.* A Note on Expectations and Stability // Econometrica. 1958. Vol. 26. Iss. 2. P. 297–305.
- Ashworth J., Evans L.* Functional form of the Demand for Real Balances in Cagan's Hyperinflation Model // Applied Economics. 1998. Vol. 30. P. 1617–1623.
- Banerjee A., Kanodia A., Ray P.* Crowdsourcing Inflationary Expectations through Text Mining: Do the Pink Papers Whisper or Talk Loudly? // Indian Finance Association. 2018. N 6/2018. URL: <http://indiafa.org/wp-content/uploads/2018/06/Inflation-paper-for-Artha-Final-1.pdf>
- Beladi H. M., Choudhary A. S., Parai A. K.* Rational and Adaptive Expectations in the Present Value Model of Hyperinflation // The Review of Economics and Statistics. 1993. Vol. 75. Iss. 3. P. 511–514.
- Bartalon E.* Uncertainty, Expectations and Financial Instability: Reviving Allais' Lost Theory of Psychological Time. N. Y., 2014.
- Cagan P.* The Monetary Dynamics of Hyper-inflation, in Studies in the Quantity Theory of Money / Ed. By Milton Friedman / University of Chicago Press. Chicago, 1956.
- Campbell J. Y., Shiller R. J.* Cointegration and Tests of Present Value Models // Journal of Political Economy. 1987. Vol. 95. Iss. 5. P. 1062–1088.
- Caroll C. D.* Macroeconomic Expectations of Households and Professional Forecasters // Quarterly Journal of Economics. 2003. Vol. 118. Iss. 1. P. 269–298.
- Cavallo A., Cruces G., Perez-Truglia R.* Inflation Expectations, Learning, and Supermarket Prices: Evidence from Survey Experiments // American Economic Journal: Macroeconomics. 2017. Vol. 9. Iss. 3. P. 1–35.

¹ Тем не менее центробанки развитых стран осуществляют таргетирование инфляции по теоретически обоснованным правилам — Monetary Rule и Interest Rule. — *Прим. ред.*

Choudhry T. Another Visit to the Cagan Model of Money Demand: the Latest Russian Experience // Journal of International Money and Finance. 1998. Vol. 17. Iss. 2. P. 355–376.

Chow G. C. Rational Versus Adaptive Expectations in Present Value Models // The Review of Economics and Statistics. 1989. Vol. 71. Iss. 3. P. 376–384.

Chow G. C. Usefulness of Adaptive and Rational Expectations in Economics / CEPS Working Paper. 2011. N 221.

Christev A. The Hyperinflation Model of Money Demand (or Cagan Revisited): Some New Empirical Evidence from the 1990s // Discussion Paper. 2005. N 2005/07.

Christiano L. J. Cagan's Model of Hyperinflation under Rational Expectations // International Economic Review. 1987. Vol. 28. Iss. 1. P. 33–49.

Cornand C., Hubert P. On the External Validity of Experimental Inflation Forecasts: A Comparison with Five Categories of Field Expectations // Journal of Economic Dynamics and Control. 2020. N 110. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2019.103746>.

Cornand C., M'baye C. K. Does Inflation Targeting Matter? An Experimental Investigation // Macroeconomic Dynamics. 2018a. Vol. 22. Iss. 2. P. 362–401.

Cornand C., M'baye C. K. Band or Point Target? An experimental study // Journal of Economic Interaction and Coordination. 2018b. Vol. 13. Iss. 2. P. 283–309.

DeCanio S. J. Rational Expectations and Learning from Experience // Quarterly Journal of Economics. 1979. Vol. 93. Iss. 1. P. 47–57.

Easaw J., Golinelli R. Households Forming Inflation Expectations: Active and Passive Absorption Rates // The B. E. Journal of Macroeconomics. 2010. Vol. 10. Iss. 1. Contributions, Article 35. URL: <http://www.bepress.com/bejm/vol10/iss1/art35>.

Engsted T. Cointegration and Cagan's Model of Hyperinflation under Rational Expectations. Journal of Money // Credit and Banking. 1993. Vol. 25. Iss. 3. Part 1. P. 350–360.

Engsted T. The Classic European Hyperinflations Revisited: Testing the Cagan Model Using a Cointegrated VAR Approach // Economica. New Series. 1994. Vol. 61. Iss. 243. P. 331–343.

Evans P. Time-Series Analysis of the German Hyperinflation // International Economic Review. 1978. Vol. 19. Iss. 1. P. 195–209.

Evans G. W., Ramey G. Adaptive Expectations, Underparameterization and the Lucas Critique // Journal of Monetary Economics. 2006. Vol. 53. P. 249–264.

Frenkel J. A., Taylor M. P. Money Demand and Inflation in Yugoslavia 1980–1989 // Journal of Macroeconomics. 1993. Vol. 15. Iss. 3. P. 455–481.

Friedman M. A Theory of the Consumption Function. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1957.

Friedman M. The Role of Monetary Policy // The American Economic Review. 1968. Vol. 58. Iss. 1. P. 1–17.

Friedman B. M. Stability and Rationality in Models of Hyperinflation // International Economic Review. 1978. Vol. 19. Iss. 1. P. 45–64.

Galati G., Heemejer P., Moessner R. How do Inflation Expectations Form? New insights from a high-frequency survey / BIS Working Papers 2011, N 349.

Kavila W., Roux P. The Reaction of Inflation to Macroeconomic Shocks: The Case of Zimbabwe (2009–2012). 2017. Sept. 1.

Khan M. S. The Variability of Inflation Expectations in Hyperinflations // Journal of Political Economy. 1977. Vol. 85. Iss. 4. P. 817–827.

Küçükefe B. Forecasting Inflation Using Summary Statistics of Survey Expectations: A Machine-Learning Approach // Ekonomitek. 2018. Vol. 7. Iss. 1. P. 1–16.

Larsen V. H., Thorsrud L. A., Zhulanova J. News-driven Inflation Expectations and Information Rigidities // Journal of Monetary Economics. 2021. Vol. 117. P. 507–520. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2020.03.004>.

Lopez J. A., Mitchener K. J. Uncertainty and Hyperinflation: European Inflation Dynamics after World War I / CAGE, CEPR, CES-ifo & NBER. 2017. August 25.

Lucas R. E. Jr. Understanding Business Cycles // Carnegie–Rochester Conference Series on Public Policy. 1977. № 5. P. 7–29.

Makochekanwa A. A Dynamic Enquiry Into the Causes of Hyperinflation in Zimbabwe / University of Pretoria. Department of Economics. Working paper series. 2007. N 2007-10. URL: <http://web.up.ac.za/default.asp?ipkCategoryID=736&sub=1&parentid=677&subid=729&ipklookid=3>.

Medeiros M. C., Vasconcelos G. F. R., Veiga A., Zilberman E. Forecasting Inflation in a Data-Rich Environment: the Benefits of Machine Learning // Journal of Business and Economic Statistics. 2019. Vol. 39. Iss. 1. P. 1–45.

- Muth J.* Rational Expectations and the Theory of Price Movements // *Econometrica*. 1961. Vol. 29. Iss. 3. P. 315–335.
- Obstfeld M., Rogoff K.* Speculative Hyperinflations in Maximizing Models: Can We Rule Them Out? // *Journal of Political Economy*. 1983. Vol. 91. Iss. 4. P. 675–687.
- Obstfeld M., Rogoff K.* Revisiting Speculative Hyperinflations in Monetary Models: A Reply to Cochrane, 2017.
- Petrovića P., Bogetić B., Vujošević Z.* The Yugoslav Hyperinflation of 1992–1994: Causes, Dynamics, and Money Supply Process // *Journal of Comparative Economics*. 1999. Vol. 27. Iss. 2. P. 335–353.
- Petrović P., Vujošević Z.* The Monetary Dynamics in the Yugoslav Hyperinflation of 1991–1993: The Cagan Money Demand // *European Journal of Political Economy*. 1996. Vol. 12. Iss. 3. P. 467–483.
- Pfaißer D., Žakelj B.* Experimental Evidence on Inflation Expectation Formation // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2014. Vol. 44. P. 147–168.
- Phelps E. S.* Money-Wage Dynamics and Labor Market Equilibrium // *Journal of Political Economy*. 1968. Vol. 76. Iss. 4. P. 678–711.
- Phillips A. W.* The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861–1957 // *Economica*. New Series. 1958. Vol. 25. Iss. 100. P. 283–299.
- Phylaktis K., Taylor M. P.* The Monetary Dynamics of Sustained High Inflation: Taiwan, 1945–1949 // *Southern Economic Journal*. 1992. Vol. 58. Iss. 3. P. 610–622.
- Phylaktis K., Taylor M. P.* Money Demand, the Cagan Model and the Inflation Tax: Some Latin American Evidence // *The Review of Economics and Statistics*. 1993. Vol. 75. Iss. 1. P. 32–37.
- Rostowski J., Shapiro J.* Secondary Currencies in the Russian Hyperinflation and Stabilization of 1921–24 / CEP Discussion Paper No' CEPDP0059, LSE, 1992.
- Samuelson. P. A., Solow R. M.* Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy. The American Economic Review, Papers and Proceedings of the Seventy-second Annual Meeting of the American Economic Association. 1960. Vol. 50. Iss. 2. P. 177–194.
- Sargent T. J., Wallace N.* Rational Expectations and the Dynamics of Hyperinflation // *International Economic Review*. 1973. Vol. 14. Iss. 2. P. 328–350.
- Shiller R. J.* Narrative Economics: How Stories Go Viral and Drive Major Economic Events. Princeton University Press, 2019.
- Simon H. A.* A Behavioral Model of Rational Choice // *The Quarterly Journal of Economics*. 1955. Vol. 69. Iss. 1. P. 99–118.
- Sturzenegger F. A.* Hyperinflation with Currency Substitution: Introducing an Indexed Currency // *Journal of Money, Credit and Banking*. 1994. Vol. 26. Iss. 3. Part 1. P. 377–395.
- Taylor M. P.* The Hyperinflation Model of Money Demand Revisited // *Journal of Money, Credit and Banking*. 1991. Vol. 23. Iss. 3. Part 1. P. 327–351.
- Trehan B.* Survey Measures of Expected Inflation and the Inflation Process / Federal Reserve Bank of San Francisco. 2010, Working Paper 2009-10, URL: <http://www.frbsf.org/publications/economics/papers/2009/wp09-10bk.pdf>.

References

- Allais M. A Restatement of the Quantity Theory of Money. *American Economic Review*, 1966, vol. 56, iss. 5, pp. 1123–1157.
- Allais M. Growth and Inflation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1969, vol. 1, iss. 3, pp. 355–426.
- Angeletos G.-M., Huo Zh., Sastry K. A. Imperfect Macroeconomic Expectations: Evidence and Theory. *NBER Working Paper*, 2020, № 27308.
- Arrow K. J., Nervolet M. A Note on Expectations and Stability. *Econometrica*, 1958, vol. 26, iss. 2, pp. 297–305.
- Ashworth J., Evans L. Functional form of the demand for real balances in Cagan's hyperinflation model. *Applied Economics*, 1998, vol. 30, pp. 1617–1623.
- Banerjee A., Kanodia A., Ray P. Crowdsourcing Inflationary Expectations through Text Mining: Do the Pink Papers whisper or talk loudly? *Indian Finance Association*, 2018. N 6/2018. Available at: <http://indiafa.org/wp-content/uploads/2018/06/Inflation-paper-for-Artha-Final-1.pdf>.
- Bartalon E. *Uncertainty, Expectations and Financial Instability: Reviving Allais' Lost Theory of Psychological Time*. Columbia University Press. New-York, 2014.
- Beladi H. M., Choudhary A. S., Parai A. K. Rational and Adaptive Expectations in the Present Value Model of Hyperinflation. *The Review of Economics and Statistics*, 1993, vol. 75, iss. 3, pp. 511–514.
- Cagan P. *The monetary dynamics of hyper-inflation*, in *Studies in the quantity theory of money*, ed. Milton Friedman. University of Chicago Press. Chicago, 1956.
- Campbell J. Y., Shiller R. J. Cointegration and Tests of Present Value Models. *Journal of Political Economy*, 1987, vol. 95, iss. 5, pp. 1062–1088.

- Caroll C. D. Macroeconomic Expectations of Households and Professional Forecasters. *Quarterly Journal of Economics*, 2003, vol. 118, iss. 1, pp. 269–298.
- Cavallo A., Cruces G., Perez-Truglia R. Inflation Expectations, Learning, and Supermarket Prices: Evidence from Survey Experiments. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2017, vol. 9, iss. 3, pp. 1–35.
- Choudhry T. Another visit to the Cagan model of money demand: the latest Russian experience. *Journal of International Money and Finance*, 1998, vol. 17, iss. 2, pp. 355–376.
- Chow G. C. Rational Versus Adaptive Expectations in Present Value Models. *The Review of Economics and Statistics*, 1989, vol. 71, iss. 3, pp. 376–384.
- Chow G. C. Usefulness of Adaptive and Rational Expectations in Economics. *CEPS Working Paper*, 2011. N 221.
- Christev A. The Hyperinflation Model of Money Demand (or Cagan Revisited): Some New Empirical Evidence from the 1990s. *Discussion Paper*, 2005. N 2005/07.
- Christiano L. J. Cagan's Model of Hyperinflation under Rational Expectations. *International Economic Review*, 1987, vol. 28, iss. 1, pp. 33–49.
- Cornand C., Hubert P. On the external validity of experimental inflation forecasts: A comparison with five categories of field expectations. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2020, N 110. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2019.103746>.
- Cornand C., M'baye C. K. Band or point target? An experimental study. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 2018b, vol. 13, iss. 2, pp. 283–309.
- Cornand C., M'baye C. K. Does inflation targeting matter? An experimental investigation. *Macroeconomic Dynamics*, 2018a, vol. 22, iss. 2, pp. 362–401.
- DeCanio S. J. Rational Expectations and Learning from Experience. *Quarterly Journal of Economics*, 1979, vol. 93, iss. 1, pp. 47–57.
- Easaw J., Golinelli R. Households Forming Inflation Expectations: Active and Passive Absorption Rates. *The B. E. Journal of Macroeconomics*, 2010, vol. 10, iss. 1. Contributions, Article 35. Available at: <http://www.bepress.com/bejm/vol10/iss1/art35>.
- Engsted T. Cointegration and Cagan's Model of Hyperinflation under Rational Expectations. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1993, vol. 25, iss. 3, part 1, pp. 350–360.
- Engsted T. The Classic European Hyperinflations Revisited: Testing the Cagan Model Using a Cointegrated VAR Approach. *Economica. New Series*, 1994, vol. 61, iss. 243, pp. 331–343.
- Evans G. W., Ramey G. Adaptive expectations, underparameterization and the Lucas critique. *Journal of Monetary Economics*, 2006, vol. 53, pp. 249–264.
- Evans P. Time–Series Analysis of the German Hyperinflation. *International Economic Review*, 1978, vol. 19, iss. 1, pp. 195–209.
- Frenkel J. A., Taylor M. Money demand and inflation in Yugoslavia 1980–1989. *Journal of Macroeconomics*, 1993, vol. 15, iss. 3, pp. 455–481.
- Friedman B. M. Stability and Rationality in Models of Hyperinflation. *International Economic Review*, 1978, vol. 19, iss. 1, pp. 45–64.
- Friedman M. *A Theory of the Consumption Function*. Princeton. N.J.: Princeton University Press, 1957.
- Friedman M. The Role of Monetary Policy. *The American Economic Review*, 1968, vol. 58, iss. 1, pp. 1–17.
- Galati G., Heemejer P., Moessner R. How do inflation expectations form? New insights from a high–frequency survey. *BIS Working Papers*, 2011, N 349.
- Goloshchapova I. O., Andreev M. L. Otsenka inflyatsionnykh ozhidaniy rossiysskogo naseleniya metodami mashinnogo obucheniya [Estimation of inflationary expectations of the Russian population using machine learning methods]. *Voprosy Ekonomiki [Economic Issues]*, 2017, N 6 (2017), pp. 71–93. (In Russian)
- Grebennikov P. I. O modernizatsii makroekonomiki [On the modernization of macroeconomics]. *Finansy i biznes [Finansy i biznes]*, 2020, N 16 (2), pp. 3–33. (In Russian).
- Kavila W., Roux P. *The Reaction of Inflation to Macroeconomic Shocks: The Case of Zimbabwe (2009–2012)*, 2017. Sept. 1.
- Khan M. S. The variability of inflation expectations in hyperinflations. *Journal of Political Economy*, 1977, vol. 85, iss. 4, pp. 817–827.
- Küçükefe B. Forecasting Inflation Using Summary Statistics of Survey Expectations: A Machine-Learning Approach. *Ekonomi-tek*, 2018, vol. 7, iss. 1, pp. 1–16.
- Larsen V. H., Thorsrud L. A., Zhulanova J. News-driven inflation expectations and information rigidities. *Journal of Monetary Economics*, 2021, vol. 117, pp. 507–520. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2020.03.004>.
- Lopez J. A., Mitchener K. J. *Uncertainty and Hyperinflation: European Inflation Dynamics after World War I*. CAGE, CEPR, CES–ifo & NBER, 2017. August 25.
- Lucas R. E. Jr. Understanding Business Cycles. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1977, N 5, pp. 7–29.
- Makochehanwa A. *A Dynamic enquiry into the causes of hyperinflation in Zimbabwe*. University of Pretoria. Department of Economics. Working paper series, 2007. № 2007-10. Available at: <http://web.up.ac.za/default.asp?ipkCategoryID=736&sub=1&parentid=677&subid=729&ipklookid=3>.
- Medeiros M. C., Vasconcelos G. F. R., Veiga A., Zilberman E. Forecasting Inflation in a Data–Rich Environment: the Benefits of Machine Learning. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2019, vol. 39, iss. 1, pp. 1–45.

- Muth J. Rational Expectations and the Theory of Price Movements. *Econometrica*, 1961, vol. 29, iss. 3, pp. 315–335.
- Obstfeld M., Rogoff K. *Revisiting Speculative Hyperinflations in Monetary Models: A Reply to Cochrane*, 2017.
- Obstfeld M., Rogoff K. Speculative Hyperinflations in Maximizing Models: Can We Rule Them Out? *Journal of Political Economy*, 1983, vol. 91, iss. 4, pp. 675–687.
- Petrovića P. Bogetićb Ž. Vujoševićc Z. The Yugoslav Hyperinflation of 1992–1994: Causes, Dynamics, and Money Supply Process. *Journal of Comparative Economics*, 1999, vol. 27, iss. 2, pp. 335–353.
- Petrovićab P. Vujoševićab Z. The monetary dynamics in the Yugoslav hyperinflation of 1991–1993: The Cagan money demand. *European Journal of Political Economy*, 1996, vol. 12, iss. 3, pp. 467–483.
- Pfaifar D., Žakelj B. Experimental evidence on inflation expectation formation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2014. N 44, pp. 147–168.
- Phelps E. S. Money–Wage Dynamics and Labor Market Equilibrium. *Journal of Political Economy*, 1968, vol. 76, iss. 4, pp. 678–711.
- Phillips A. W. The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861–1957. *Economica. New Series*, 1958, vol. 25, iss. 100, pp. 283–299.
- Phylaktis K., Taylor M. Money Demand, the Cagan Model and the Inflation Tax: Some Latin American Evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 1993, vol. 75, iss. 1, pp. 32–37.
- Phylaktis K., Taylor M. The Monetary Dynamics of Sustained High Inflation: Taiwan, 1945–1949. *Southern Economic Journal*, 1992, vol. 58, iss. 3, pp. 610–622.
- Rostowski J., Shapiro J. *Secondary Currencies in the Russian Hyperinflation and Stabilization of 1921–24*. CEP Discussion Paper No' CEPDP0059, LSE, 1992.
- Samuelson A., Solow R. M. Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy. *The American Economic Review, Papers and Proceedings of the Seventy-second Annual Meeting of the American Economic Association*, 1960, vol. 50, iss. 2, pp. 177–194.
- Sargent T. J., Wallace N. Rational Expectations and the Dynamics of Hyperinflation. *International Economic Review*, 1973, vol. 14, iss. 2, pp. 328–350.
- Shiller R. J. *Narrative Economics: How Stories Go Viral and Drive Major Economic Events*. Princeton University Press, 2019.
- Simon H. A. A Behavioral Model of Rational Choice. *The Quarterly Journal of Economics*, 1955, vol. 69, iss. 1, pp. 99–118.
- Sturzenegger F. A. Hyperinflation with Currency Substitution: Introducing an Indexed Currency. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1994, vol. 26, iss. 3. part 1, pp. 377–395.
- Taylor M. The Hyperinflation Model of Money Demand Revisited. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1991, vol. 23, iss. 3, part 1, pp. 327–351.
- Trehan B. *Survey Measures of Expected Inflation and the Inflation Process*. Federal Reserve Bank of San Francisco, 2010, Working Paper 2009–10, Available at: <http://www.frbsf.org/publications/economics/papers/2009/wp09–10bk.pdf>.

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

М. В. Ткаченко

аспирант и преподаватель базовой кафедры инфраструктуры финансовых рынков Национального исследовательского университета — «Высшая школа экономики»; главный экономист департамента Wealth Management ПАО «Совкомбанк»

ПРИНЦИПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ КОРЗИННЫХ НОТ НА КРЕДИТНЫЙ РИСК РОССИЙСКИХ ЭМИТЕНТОВ

1. Введение

Процентные ставки как на мировом, так и на российском рынке снижаются. В этих условиях классические финансовые инструменты с фиксированной доходностью — депозиты и облигации — теряют свою привлекательность. Перед инвестором встает необходимость выбора между невысокой, иногда не превосходящей уровень инфляции доходностью, но при этом низким риском, или потенциально высокой доходностью при неограниченном риске. Оптимальным в таком случае вариантом может стать структурный продукт — механизм, состоящий из двух и более простых активов, который позволяет получить доходность выше безрисковой ставки, ограничив при этом риск с учетом инвестиционного профиля конкретного инвестора.

В табл. 1 показаны основные критерии, по которым можно классифицировать структурные продукты (Матюхин, 2012). Список критериев может быть продолжен, а группы, выделенные в рамках классификации, имеют плавающие границы, поскольку структурный продукт — это своего рода «конструктор», детали которого можно соединять в различных сочетаниях, либо заменять на другие.

Таблица 1

Критерии классификации структурных продуктов

Критерий классификации	Примеры групп
По задаче инвестора	Защита капитала Участие в росте рынка или конкретного актива Получение фиксированного дохода Хеджирование рыночных рисков Диверсификация инвестиционного портфеля
По базисным активам, из которых состоит продукт	Облигации Акции Опционы Биржевые индексы Товары Процентные ставки
По сочетанию базисных активов в составе	Корзина однородных активов Депозит + опцион Стратегия из нескольких опционов
По сроку до погашения	Краткосрочные (1–2 года и менее) Среднесрочные (2–3 года) Долгосрочные (4–5 лет и более)

Окончание табл. 1

Критерий классификации	Примеры групп
По степени защиты капитала	С полной защитой С частичной защитой Без защиты
По толерантности инвестора к риску	Консервативные Рациональные Агрессивные
По юридической оболочке	EMTN (англ. <i>European Medium Term Notes</i>) Форвардный контракт
По месту обращения	Внебиржевые Биржевые

Рынок структурных продуктов зародился в США в конце 1960-х гг. и за прошедшие несколько десятков лет успел достигнуть значительного объема в масштабах всего мира. На данный момент не существует глобального информационного поля, в котором бы велся учет всех заключенных со структурными продуктами сделок, но, по данным Европейской ассоциации инвестиционных структурных продуктов (*European Structured Investment Products Association, EUSIPA*), совокупный торговый оборот по структурным продуктам, выпущенным только европейскими банками, за 2019 г. составил 109,5 млрд евро — это эквивалентно 13% торгового оборота на рынке акций Лондонской фондовой биржи за аналогичный период времени. Рисунок 1 отображает динамику торгового оборота по структурным продуктам на европейском рынке с 2012 г. по настоящий момент.

Потребность в более высокой, чем по депозиту или облигации, доходности порождает спрос на структурные продукты со стороны инвесторов с отношением к риску от консервативного до агрессивного. Брокеры развивают собственные фабрики структурных продуктов, благодаря которым можно создать инструмент, максимально соответствующий предпочтениям инвестора, или платформы-маркетплейсы, через которые доступны покупки продуктов как данному брокеру, так и сторонним контрагентам. Однако существует проблема, снижающая доверие потенциальных инвесторов к структурным продуктам, — это недостаток понимания принципов работы и ценообразования того или иного продукта.

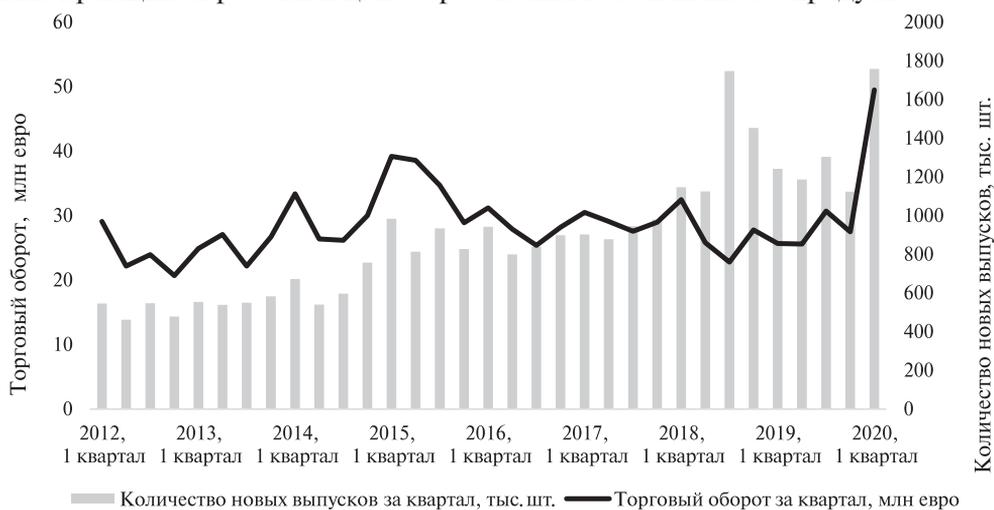


Рис. 1. Количество новых выпусков и квартальный торговый оборот по структурным продуктам на рынке Европы

Источник: European Structured Investment Products Association (URL: <https://eusipa.org>)

Структурные продукты открыли возможности, которые финансовый рынок не мог обеспечить до их появления. Они могут быть более тонко настроены под потребности инвестора, чем «ванильные» финансовые инструменты, позволяют заработать повышенную доходность, жестко ограничить риск, обеспечить диверсификацию портфеля и даже удовлетворить определенные психологические потребности, став «легальным казино» для инвесторов с высокой толерантностью к риску. С другой стороны, продажа структурных продуктов без оценки инвестиционного профиля инвестора и полного понимания им механизма действия продукта может привести к тому, что продукт будет продан инвестору, цели которого не совпадают с целями, которых помогает достичь продукт, а толерантность к риску более низкая, чем потенциальный уровень риска продукта. Важную роль играет и тот факт, что именно рынок MBS¹ стал одним из триггеров мирового финансового кризиса 2007–2010 гг.

Основная причина такого противоречия заключается в том, что устройство и принцип действия структурного продукта со сложностью выше начального уровня иногда трудно понять даже финансисту, не говоря о среднестатистическом неквалифицированном инвесторе. В настоящее время существует весьма малое количество академических исследований, посвященных беспристрастному анализу тех или иных структурных продуктов, нацеленных на определение их преимуществ перед «ванильными» финансовыми инструментами и соответствие заявленного риска реальному. При этом почти все эти исследования реализованы на рынке США, Европы или Азии. Исследования, имеющие отношение к российскому рынку структурных продуктов, исчисляются единицами (Матюхин, 2012), либо носят неакадемический характер (Матюхин, 2016; Ткаченко, 2018).

Цель данной статьи — оценка справедливой стоимости и соотношения «риск-доходность» корзинных нот «до первого дефолта» (*First-to-Default, далее — FTD, FTD-ноты*), сконструированных нами из торгуемых базисных активов. Объект исследования — *FTD*, сконструированные из базисных активов, обращающихся на российском рынке. Предмет исследования — модель ценообразования структурных продуктов, выпущенных в виде корзинных нот. В рамках статьи поставлены и решены следующие задачи:

- 1) сформулировать определение структурной *FTD*-ноты, описать ее ключевые характеристики, принципы конструирования и задачи инвестора, которые могут быть решены с ее помощью;
- 2) привести описание модели копулы, широко используемой в ценообразовании кредитных деривативов;
- 3) проанализировать российский рынок *CDS*, которые могут быть использованы в качестве базисных активов для структурных нот;
- 4) сконструировать *FTD* на риск четырех эмитентов, комбинируя выбранные базисные активы;
- 5) оценить справедливую стоимость сконструированных нот, используя модель однофакторной копулы, адаптированную Hull и White для оценки кредитных деривативов (Hull, White, 2004).

Для оценки справедливой стоимости нот использовалась модифицированная формула оценки стоимости облигации, в которой денежные потоки взвешены по вероятности отсутствия дефолта. Вероятность дефолта ноты была рассчитана с использованием двух однофакторных моделей копулы — признанного в мировой практике метода оценки риска структурных продуктов, зависящих от нескольких базисных активов. Для расчета соотношения «риск-доходность», на основании

¹ Mortgage Backed Securities.

которого инвестор делает выбор между несколькими нотами, мы ввели показатель квази-коэффициента Шарпа. От классического коэффициента Шарпа он отличается тем, что в качестве меры риска в формуле используется не волатильность ноты, а вероятность ее дефолта.

Научная новизна статьи состоит в том, что исследование реализуется на выборке из 715 структурных продуктов, сконструированных автором из базисных активов, которые торгуются на российском рынке. В подавляющем большинстве предыдущих исследований, объектом которых являются *FTD*, масштабная выборка формируется методом симуляций Монте-Карло без привязки к рынку. Если же в исследовании фигурируют реально торгуемые активы, то такое исследование носит характер *case study*, поскольку преимущественно внебиржевой характер структурных продуктов и отсутствие информации о них в широком доступе препятствуют формированию масштабной выборки однородных наблюдений.

Практическая значимость исследования заключается в том, что оно представляет собой взгляд на достаточно непрозрачный для потенциальных инвесторов рынок структурных продуктов изнутри. Статья предлагает объективное, а не маркетинговое описание структурной *FTD*-ноты и факторов, оказывающих влияние на ее цену, а также демонстрирует наиболее популярную методику ее ценообразования. Кроме того, в статье проводится анализ российского рынка *CDS*, — потенциальных базисных активов для *FTD*-нот, — на основании которого можно оценить перспективы конструирования структурных нот на риск российских эмитентов.

2. Описание и принцип конструирования структурной ноты типа «First-to-Default»

*CLN*¹, или ноты, привязанные к кредитному риску, пользуются активным спросом со стороны как физических лиц, так и корпоративных инвесторов. Принцип действия *CLN* заключается в том, что доход по ней привязан к факту наступления или ненаступления кредитного события по тому или иному базисному активу.

Частным случаем *CLN* является *FTD*-нота, или нота «до первого дефолта» (в литературе также можно встретить определение «*basket default swap*» или «*basket CDS*»). По принципу действия и механизму начисления дохода этот продукт имеет сходство с облигацией и *CDS* — основное отличие от них состоит в том, что в его основе лежит не один базисный актив, а корзина обязательств трех или более эмитентов. Инвестор, который приобрел *FTD*, с установленной периодичностью получает фиксированный купон, а в момент погашения ноты ему выплачивается ее номинальная стоимость, если до этого момента не произошел дефолт ноты.

Дефолт *FTD* происходит, если в отношении любого эмитента, облигации которого входят в корзину, произошло кредитное событие. Под кредитным событием подразумевается любое событие, квалифицируемое *ISDA*² как *event of default*. В частности, к таковым относятся санация, реструктуризация, банкротство, поглощение другой компанией с отказом исполнять имеющиеся в наличии обязательства и т. д. Полный список потенциально возможных кредитных событий изложен в проспекте ноты и предоставляется инвестору для ознакомления перед принятием решения о приобретении продукта. Для обслуживания выпусков *FTD* эмитент заключает договор с расчетным агентом, в обязанности которого входит как осуществление расчетов с клиентами при выплате купонов и погашении нот,

¹ Credit Linked Notes.

² International Swaps and Derivatives Association.

так и установление факта кредитного события в случае, если произошедшее событие претендует на роль такового, но, в соответствии с регламентом *ISDA*, не может быть трактовано однозначно. После фиксации кредитного события расчетным агентом происходит объявление дефолта по ноте с последующим прекращением ее существования.

Главная особенность *FTD* заключается в том, что она позволяет получить повышенную доходность, как при покупке облигаций с использованием кредитного плеча, но при этом не налагает на инвестора дополнительный риск: он рискует только внесенной суммой, вероятность *margin call* — требования брокера внести дополнительное обеспечение в случае падения стоимости бумаги — для него отсутствует. К прочим преимуществам *FTD* относятся следующие:

1. *FTD* достаточно проста для понимания: в отличие от нот барьерного типа, привязанных к динамике корзины акций, для которых существует «дерево» возможных состояний мира, она имеет только два возможных варианта погашения. В случае наступления кредитного события относительно любого эмитента, бумаги которого входят в корзину, нота прекращает свое существование, а эмитент осуществляет расчет с инвестором денежными средствами по ее ликвидационной стоимости. В случае, если кредитное событие не наступило, клиент, державший ноту до даты экспирации, погашает ее с заранее известной доходностью, превышающей доходность любого из включенных в ноту базисных активов;
2. Эмитентом *FTD* является специально образованное юридическое лицо — *SPV*¹, создаваемое в рамках программы выпуска нот. Данный механизм аналогичен механизму выпуска еврооблигаций, является общепризнанной мировой практикой и применяется для отделения рисков конкретного выпуска бумаг от прочих рисков эмитента;
3. *FTD*-нота относится к классу инструментов с фиксированной доходностью. Купон является безусловным: для его выплаты необходимо и достаточно, чтобы ни один из эмитентов на протяжении обращения *COVID* ноты не объявил дефолт. Динамика облигаций в течение этого срока не имеет значения: даже если облигации значительно потеряют в стоимости (например, как это произошло во время вызванного пандемией *COVID-19* обвала рынка в марте 2020 г.), это не повлияет на выплату купона по ноте, в которую они включены;
4. Минимальный порог входа на рынок еврооблигаций достаточно высок: он может достигать 200 тыс. долл. и более. Минимальный лот *FTD* значительно ниже. Таким образом, нота может стать альтернативой еврооблигациям, если инвестор не имеет суммы, достаточной для их покупки.

В мировой практике распространено несколько методов конструирования *FTD*-нот. В рамках данного исследования мы остановимся на методе, при котором в качестве базисных активов используются *CDS*². Суть данного метода состоит в том, что структуризатор продает *CDS* на риск всех эмитентов, входящих в ноту. Премии по числу эмитентов, полученные им от покупателей, обеспечивают повышенную (по сравнению с сопоставимыми по сроку облигациями аналогичных эмитентов) доходность по *FTD*. Эмитент не несет никаких сопряженных с выпуском рисков, кроме рыночного: в случае, если рынок будет волатильным, ему придется периодически выплачивать вариационную маржу покупателям одного или нескольких *CDS*.

¹ Special Purpose Vehicle.

² Credit Default Swap.

Кроме издержек конструирования, эмитент несет фиксированные расходы, которые связаны с оплатой услуг сотрудников, привлеченных к процессу выпуска на различных стадиях, — структураторов, трейдеров, сейлз-менеджеров, — а также юридические расходы, связанные с подготовкой проспекта эмиссии. В случае, если в отношении одного из эмитентов, включенных в ноту, произошел дефолт, эмитент ноты перечисляет покупателю *CDS* на риск данного эмитента сумму в размере разницы между номинальной и ликвидационной (*Recovery Rate*) стоимостью облигаций потерпевшего дефолт эмитента, а затем рассчитывает ликвидационную стоимость *FTD* как разницу между ее номинальной стоимостью и суммой расчета с покупателем *CDS*.

3. Методология

3.1. Оценка справедливой стоимости *FTD*-ноты

Корзинная структурная нота типа «*first-to-default*» во многом похожа на облигацию: она предоставляет инвестору право на получение безусловного фиксированного купона через установленные промежутки времени, а также предусматривает выплату номинальной стоимости ноты при погашении. Основное различие между ними заключается в том, что успешное погашение облигации происходит в случае отсутствия дефолта эмитента до ее погашения, тогда как для того, чтобы произошло успешное погашение ноты, необходимо, чтобы в течение срока ее обращения не объявил дефолт ни один из эмитентов, включенных в нее.

Сходство ноты с облигацией с точки зрения одинаковой методологии начисления дохода позволяет использовать для оценки справедливой стоимости ноты стандартную формулу приведенной стоимости будущих потоков, применяемую для оценки стоимости облигаций. Однако, мы модифицируем эту формулу так, чтобы она учитывала ожидаемые будущие потоки с учетом вероятности того, что ни один эмитент не объявит дефолт к моменту выплаты очередного денежного потока.

Обозначим:

N — номинальная стоимость ноты;

t — дата выплаты очередного денежного потока;

T — дата погашения ноты;

C — ставка купона в процентах от номинала;

CF_t^{exp} — ожидаемый денежный поток по ноте на дату $t \leq T$;

YTM — доходность ноты к погашению;

RR — ожидаемая ликвидационная стоимость ноты в процентах от номинала после дефолта в случае, если он произошел;

$P_t^{default}$ — вероятность того, что на дату t произошел дефолт хотя бы одного из включенных в ноту эмитентов, а значит, и дефолт ноты;

Соответственно, $(1 - P_t^{default})$ — вероятность того, что на дату t ни один из эмитентов, включенных в ноту, не объявил дефолт, а значит, дефолт по ноте также не был объявлен.

На момент выплаты каждого купона возможны два сценария. Если ни один из эмитентов не объявил дефолт, то инвестору выплачивается купон в сумме $C \cdot N$. Если дефолт произошел, то инвестор получает ликвидационную стоимость ноты в размере $RR \cdot N$. Таким образом, справедливая стоимость ноты с учетом вероятности ее дефолта по состоянию на каждую дату выплаты может быть рассчитана как:

$$\begin{aligned}
 FTD_{price} &= \sum_{t=1}^T \frac{CF_t^{exp}}{(1+YTM)^t} = \\
 &= \sum_{t=1}^{T-1} \frac{P_t^{default} \cdot N \cdot RR + (1 - P_t^{default}) \cdot N \cdot C}{(1+YTM)^t} + \\
 &+ \frac{P_T^{default} \cdot N \cdot RR + (1 - P_T^{default}) \cdot N \cdot (1+C)}{(1+YTM)^T} = \\
 &= N \cdot \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{P_t^{default} \cdot RR + (1 - P_t^{default}) \cdot C}{(1+YTM)^t} + \right. \\
 &\left. + \frac{P_T^{default} \cdot RR + (1 - P_T^{default}) \cdot (1+C)}{(1+YTM)^T} \right)
 \end{aligned} \tag{1}$$

Наибольшую сложность при нахождении справедливой стоимости любого продукта, состоящего из нескольких базисных активов, в частности, ноты типа «*first-to-default*», представляет расчет вероятности одновременного отсутствия дефолтов всех эмитентов к заданному моменту времени. Дефолт является редко наблюдаемым событием, вследствие чего функция распределения его вероятности не подчиняется нормальному распределению и имеет более тяжелые хвосты. В данном случае нельзя использовать линейную корреляцию Пирсона, поскольку не всегда возможно установить характер зависимости между переменными. Решение кроется в применении распределения, похожего на нормальное характеристиками асимметрии и эксцесса, но имеющего более тяжелые хвосты (Fathi et al., 2007). Таким распределением обладает копула.

3.2. Модель копулы и ее роль в ценообразовании кредитных деривативов

Модель копулы изначально использовалась в актуарных расчетах, а в 2009 г. расчеты с ее применением были признаны базельским комитетом одним из наиболее грамотных методов управления рисками (Пеникас, 2010). В научной литературе анализ возможности применения данного подхода к ценообразованию сложных финансовых инструментов получил распространение в конце 1990-х гг. Первым автором, поставившим и решившим задачу применения копулы к моделированию и ценообразованию кредитных деривативов, считается Li (Li, 2000). Отправной точкой его исследования стала идея о том, что показатель дискретной корреляции дефолтов в одном периоде не может достоверно отражать структуру зависимости вероятностей дефолтов двух и более эмитентов в течение более длительного периода, а для расчета вероятности дефолта необходимо учитывать не только историческую, но и текущую рыночную информацию. Автор вводит понятие «*time-until-default*» — «периода выживания», и предлагает измерять корреляцию дефолтов нескольких эмитентов как корреляцию их «периодов выживания».

Копула — это способ построить совместное распределение двух и более переменных, сохранив при этом их предельные распределения (Hull, 2006). Копула $C = C(u_1, u_2, \dots, u_d)$ представляет собой многомерную функцию распределения нескольких переменных, распределение каждой из которых ограничено на единичном отрезке $[0, 1]$ (Fathi et al., 2007; Umeorah et al., 2019). Данная функция $[0, 1] \rightarrow [0, 1]$ удовлетворяет следующим ограничениям:

- $C(u_1, u_2, \dots, u_d) = 0$, если $u_j = 0$, для всех $j \leq d$,
- $C(1, 1, \dots, 1, u_j, 1, \dots, 1, 1) = u_j$ для всех $j \leq d$, $u_j \in [0, 1]$,
- $C(u_1, u_2, \dots, u_d)$ является возрастающей по всем переменным.

Существует несколько семейств копул, в каждом из которых можно выделить несколько их видов. Выбор вида копулы обусловлен видом распределения, лежащего в основе многомерной функции распределения (Umeorah et al, 2019). Наиболее известны копула Гаусса и копула Стьюдента, относящиеся к семейству эллиптических копул. Копула является эллиптической, если она может быть описана функцией

$$C(u_1, u_2, \dots, u_d; \Sigma) = \Phi_{\Sigma}^d \left(\Phi^{-1}(u_1), \Phi^{-1}(u_2), \dots, \Phi^{-1}(u_d) \right), \quad (2)$$

где Φ_{Σ}^d — d — мерное многомерное распределение с корреляционной матрицей Σ , соответствующее либо стандартному нормальному распределению, либо распределению Стьюдента, а Φ^{-1} — обратное распределение.

В данном исследовании мы будем использовать модель Hull и White (Hull, White, 2004), в основе которой лежит копула Гаусса. Данный тип копулы часто используется при разработке моделей ценообразования продуктов, зависящих от динамики нескольких базисных активов (Hull, White, 2004; Madan et al., 2004; Hull, White, 2005; Laurent, Gregory, 2005; Fathi et al., 2007). Также копула Гаусса рассматривается в исследовании Galiani (Galiani, 2003) — одной из работ, наиболее часто упоминаемых в связи с применением копулы к оценке структурных нот типа «*n-th-to-default*». Второй по частоте применения можно назвать копулу Стьюдента. Остальные виды копул (копула Клейтона, копула Франка и другие) применяются к оценке кредитных деривативов реже.

В работах, посвященных ценообразованию сложных финансовых инструментов с использованием копулы, рассматриваются преимущественно два типа структурных продуктов: *CDO*¹ (Jobst, 2002; Galiani, 2003; Hull, White, 2004; Laurent, Gregory, 2005; Abid et al., 2010; Tapiero, Totouom, 2010; Haugh, 2016) и структурные ноты типа «*n-th-to-default*» — «до n -го дефолта» (Li, 2000; Galliani, 2003; Hull, White, 2004; Madan et al., 2004; Laurent, Gregory, 2005; Sheng, 2013; Martin, 2018; Umeorah et al., 2019). При этом большинство исследований было проведено в период 2000–2010 гг., когда происходили рост, расцвет и крах рынка *MBS* и *CDO*, основным инструментом ценообразования которых была копула.

Работы, опубликованные до мирового финансового кризиса 2007–2010 гг., посвящены преимущественно вопросам применимости копулы к ценообразованию структурных продуктов, ее сравнительной эффективности относительно других методов, а также выбору оптимального вида копулы. Напротив, в работах, опубликованных в период или после кризиса, появляется критика копулы и обоснование причин, по которым использование данного метода стало одним из триггеров обвала американского рынка *MBS* и *CDO* (Mac Kenzie, Spears, 2012; Salmon, 2012; MacKenzie, Spears, 2014; Haugh, 2016). Так, Salmon (Salmon, 2012) считает, что видимая логичность и универсальность копулы спровоцировали чрезмерное доверие инвесторов к ней и, как следствие, к высокорискованным инструментам. Инвесторы, желающие определенности, выбирают либо безрисковые активы, либо активы, риск которых можно однозначно измерить. Объяснение рисков структурного продукта с помощью копулы создавало иллюзию определенности: у инвестора складывалось впечатление, что функция учитывает все возможные факторы риска, и не остается никакой случайной ошибки, которая могла бы стать причиной дефолта. Haugh (Haugh, 2016) также анализирует значительное количество недостатков копулы Гаусса, которые обусловили ее несостоятельность в период кризиса. Во-первых, модель статична и не учитывает динамику базисных активов, включенных в продукт. Во-вторых, модель непрозрачна: не всегда можно однозначно

¹ Collateralized Debt Obligations.

понять, как именно следует оценивать корреляцию активов, из которых состоит продукт. В-третьих, копула никак не учитывает риск ликвидности — возможности быстро и с минимальными потерями в стоимости реализовать структурный продукт на рынке. Кроме того, на практике такая модель требует частой калибровки.

Несмотря на критику, преимущества копулы позволяют ей оставаться наиболее популярным инструментом ценообразования структурных продуктов, в основе которых лежит корзина базисных активов. Habiboellah (Habiboellah, 2007) выделяет четыре ключевых преимущества копулы перед линейной корреляцией. Во-первых, кредитному риску присуще распределение вероятности, отличное от нормального, вследствие чего линейная корреляция, в отличие от копулы, не может использоваться при моделировании корзинных деривативов. Во-вторых, копула по определению инвариантна к преобразованию: если переменной X соответствует копула C , то строго возрастающей функции $T(X)$ также будет соответствовать копула C . Применительно к корреляции такое преобразование не работает: функции $T(X)$ и $T(Y)$ в большинстве случаев не будут иметь такую же корреляцию, как X и Y . В-третьих, копула соединяет предельные распределения для получения совместного и непосредственно зависит от их формы, тогда как корреляция является только скалярной мерой силы и направления связи, но не говорит ничего о ее структуре. Кроме того, корреляция требует, чтобы дисперсия рисков была конечной, а эта предпосылка неприменима к распределениям вероятностей дефолтов, имеющим тяжелые хвосты. Еще одно преимущество копулы состоит в том, что она позволяет исследовать структуру зависимости независимо от масштаба выборки (Abid et al., 2010).

3.3. Модель вероятности отсутствия дефолта FTD

Для расчета вероятности отсутствия одновременного дефолта эмитентов, включенных в каждую из рассматриваемых нот, мы будем использовать однофакторную модель, разработанную Hull и White (Hull, White, 2004) для определения справедливой стоимости ноты типа «*n-th-to-default*», подобрав в качестве параметров переменные, наиболее полно отражающие ситуацию, существующую на российском рынке. Ключевая идея *данной* модели состоит в том, что существует факторная переменная, которая коррелирует с показателями каждого эмитента, включенного в выборку.

Мы протестируем две однофакторные модели: в первой из них в роли факторной переменной используется цена нефти сорта *Brent*, во второй — курс доллар—рубль. Выбор факторных переменных обусловлен тем, что большинство компаний, *CDS* которых мы используем для моделирования *FTD*, относятся либо к нефтегазовой, либо к банковской отрасли, либо являются экспортерами или импортерами, что делает величину их выручки или обязательств зависимой от валютного курса. Мы отказались от построения двухфакторной модели с аналогичными переменными в качестве факторов, поскольку курс доллар—рубль высоко коррелирован с ценами на нефть.

В модели используются следующие переменные:

x_i — момент объявления дефолта эмитентом i (до перехода к копуле);

t_i — момент объявления дефолта эмитентом i (после перехода к копуле);

$Q_i(t)$ — риск-нейтральная вероятность того, что эмитент i объявит дефолт до момента t (или вероятность, что $t_i \leq t$);

$S_i(t) = 1 - Q_i(t)$ — риск-нейтральная вероятность того, что эмитент i не объявит дефолт до момента t (или вероятность, что $t_i > t$);

M — факторная переменная, с которой коррелируют спреды *CDS* всех эмитентов;

a_i — коэффициент линейной корреляции между однодневным изменением спреда *CDS* эмитента i и однодневным изменением факторной переменной M за аналогичный период;

$\pi_T(k)$ — вероятность, что к моменту T произойдет дефолт k компаний, включенных в корзину FTD ;

Однодневное изменение спреда CDS эмитента i на дату τ рассчитывается как:

$$\Delta_{CDS\ spread}^i = \ln \frac{CDS\ spread_{\tau}^i}{CDS\ spread_{\tau-1}^i}, \quad (3)$$

где $CDS\ spread_{\tau}^i$ и $CDS\ spread_{\tau-1}^i$ — значения спреда CDS эмитента i на дату τ и $\tau - 1$ соответственно;

Однодневное изменение факторной переменной M на дату τ рассчитывается как:

$$\Delta_M = \ln \frac{M_{\tau}}{M_{\tau-1}}, \quad (4)$$

где M_{τ} и $M_{\tau-1}$ — значения факторной переменной на дату τ и $\tau - 1$, соответственно.

Модель структуры корреляционной зависимости до перехода к копуле может быть представлена следующим образом:

$$\begin{cases} x_i = a_i M + \sqrt{1 - a_i^2} Z_i \\ M \sim N(0, 1) \\ Z_i \sim N(0, 1) \\ -1 \leq a_i < 1. \end{cases} \quad (5)$$

Далее мы переходим от нормального распределения к копуле, используя метод, кратко изложенный Hull и White (Hull, White, 2004), а впоследствии более подробно и наглядно описанный Hull (Hull, 2006). Предположим, что нам известен точный вид функции распределения плотности вероятности переменной. Тогда, изобразив данную функцию графически, мы можем определить процент распределения, приходящийся на каждое значение вероятности, как площадь соответствующей фигуры под графиком, или как значение интеграла функции плотности, определенное на интервале $[0; \text{заданное значение вероятности}]$. После того, как процент распределения для каждого значения вероятности будет определен, останется соотнести каждое полученное значение процента распределения с соответствующим уровнем p -value нормального распределения.

Итак, предположим, что F_i — функция распределения переменной x_i . Используя метод, описанный выше, мы можем «перевести» каждую переменную $x_i = x$ в переменную $t_i = t$, совершив «percentile-to-percentile transformation» (Hull, White, 2004), в результате чего получим переменную $t = Q_i^{-1}[F_i(x)]$.

Предположив, что — функция распределения переменной Z_i , преобразуем формулу (5) как:

$$p(x_i < x | M) = H \left[\frac{x - a_i M}{\sqrt{1 - a_i^2}} \right]. \quad (6)$$

Зная, что, а $p(t_i < t) = p(x_i < x)$, получим:

$$p(t_i < t | M) = H \left[\frac{F_i^{-1}[Q_i(t)] - a_i M}{\sqrt{1 - a_i^2}} \right], \quad (7)$$

где $p(t_i < t | M)$ — условная вероятность того, что эмитент i объявит дефолт до момента t . Соответственно, условную вероятность того, что эмитент i не объявит дефолт до момента T , можно определить как:

$$S_i(T | M) = 1 - H \left[\frac{F_i^{-1}[Q_i(T)] - a_i M}{\sqrt{1 - a_i^2}} \right]. \quad (8)$$

Переменные момента объявления дефолта, обозначаемые как $(t_i | M)$, независимы. Значит, условная вероятность того, что до момента T ни один эмитент не объявит дефолт, может быть выражена как:

$$\pi_T(0 | M) = \sum_{i=1}^N S_i(T | M). \quad (9)$$

Использование данного подхода предполагает, что эмитенты включены в корзину *FTD* с равным весом, а их ожидаемые ликвидационные стоимости после дефолта постоянны и не меняются с течением времени. Введение этих предпосылок не приведет к отрыву модели от реальности: на практике базисные активы чаще всего включаются в ноту в равных долях, а ожидаемая ликвидационная стоимость облигаций эмитента после дефолта — постоянная переменная, спрогнозированная исходя из статистики дефолтов прошлых лет.

После расчета вероятности отсутствия дефолта по ноте с применением формулы 9 справедливая стоимость каждой ноты, включенной в выборку, может быть рассчитана с применением формулы 1. Для того, чтобы определить сравнительную эффективность нот с точки зрения соотношения «риск — доходность», мы рассчитаем квази-коэффициент Шарпа:

$$QuaziSharp_i = \frac{YTM_i - r_f}{PD_i}, \quad (10)$$

где YTM_i — доходность к погашению ноты i , r_f — безрисковая ставка, а PD_i — вероятность дефолта ноты i на протяжении всего периода ее обращения.

4. Обзор рынка *CDS* на риск российских эмитентов

CDS, или кредитно-дефолтный своп на риск эмитента, представляет собой торгуемую страховку от дефолта данного эмитента. В соответствии с контрактом, покупатель *CDS* платит продавцу установленную премию в обмен на обязательство продавца в случае дефолта базисного эмитента возместить покупателю установленную сумму. Таким образом, *CDS* позволяет покупателю хеджировать риск дефолта эмитента, бумаги которого покупатель по какой-либо причине не может продать — например, если речь идет о крупном банке или брокере, продажа которым большого пакета бумаг может спровоцировать падение рынка. *CDS* может использоваться как непосредственно для хеджирования рисков, так и для спекуляции, когда покупатель не владеет базисным активом, страховку от дефолта которого он покупает.

Мерой стоимости *CDS* является *CDS*-спрэд — премия, которую покупатель выплачивает продавцу, измеряемая в базисных пунктах¹. *CDS*-спрэд рассчитывается как превышение доходности облигаций эмитента, срок которых соответствует сроку *CDS*, над безрисковой ставкой, а его величина находится в прямой зависимости с кредитным риском эмитента: когда кредитный риск возрастает, спрэд *CDS* расширяется, поскольку потенциальные продавцы страховки от дефолта теперь готовы предоставить ее за более высокую плату. Так, рис. 3 иллюстрирует значительное — в среднем в 2,2 раза — расширение спрэдов *CDS* за январь-апрель

¹ 1 базисный пункт (bps) = 1/100 процента.

2020 г. в связи с пандемией COVID-19. Аналогично, если эмитент оценивается как надежный, спрэд сужается, поскольку потенциальные продавцы готовы предоставить страховку за более низкую плату ввиду уменьшившегося риска. Публично торгуемые спрэды *CDS* являются признанной мерой риска эмитента (Tariero, Totouom, 2012) и могут использоваться при построении моделей оценки кредитных деривативов.

На рис. 2 показаны результаты анализа российского рынка облигаций с целью выявления эмитентов, *CDS* на риск которых могли бы использоваться при конструировании *FTD*. По состоянию на 1 мая 2020 г., 398 российских эмитентов имели облигации либо еврооблигации с публично доступными котировками, из них 157 имели облигации со сроком до погашения от 3 до 5 лет — в соответствии с рыночной практикой, это наиболее распространенный срок обращения *FTD*. Только 112 эмитентов являются корпоративными, при этом, на рынке обращаются *CDS* на риск только 13 из них (рис. 3).

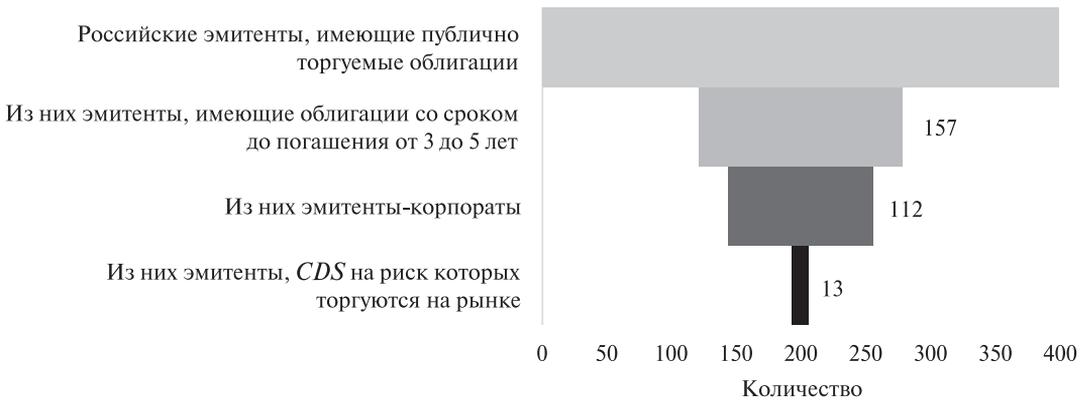


Рис. 2. Соотношение количества эмитентов, на риск которых торгуются *CDS*, и количества всех эмитентов облигаций на российском рынке

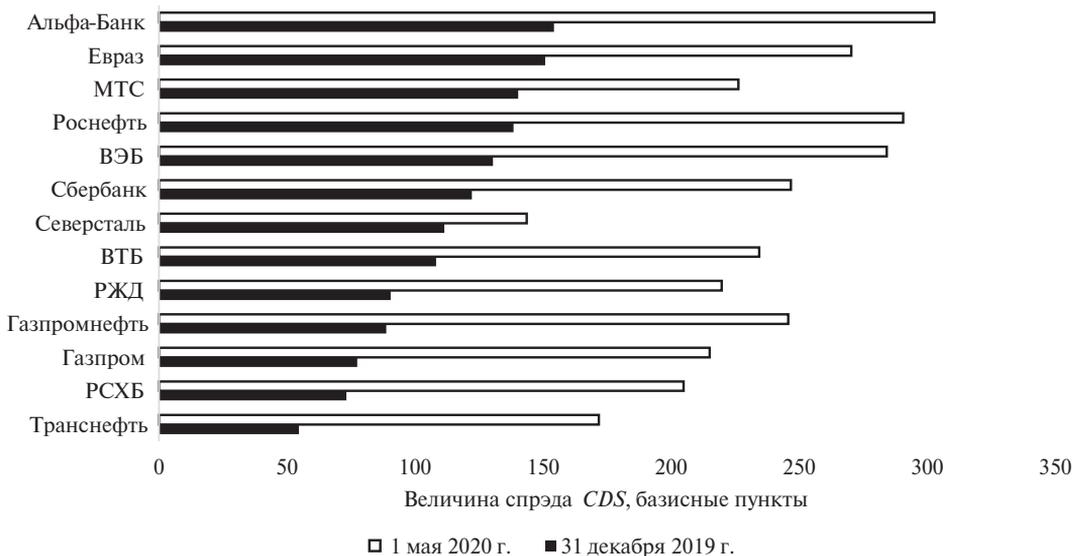


Рис. 3. Эмитенты, *CDS* на риск которых торгуются на российском рынке, и величина их спрэдов

Очевидно, что рынок *CDS* на риск российских эмитентов имеет небольшую глубину: на нем торгуется риск только «голубых фишек», из чего следует, что российский рынок на данный момент предлагает ограниченное количество базисных активов, которые было бы возможно использовать для конструирования *FTD*-ноты. Небольшое количество эмитентов и принадлежность большинства из них только к двум отраслям, — банковской и нефтегазовой, — позволяют предположить, что корреляция их *CDS*-спрэдов также будет высокой. Рисунок 4 подтверждает это предположение. Коэффициент корреляции спрэда каждого эмитента со спрэдами остальных рассчитан как множественный *R*-квадрат соответствующего уравнения регрессии.

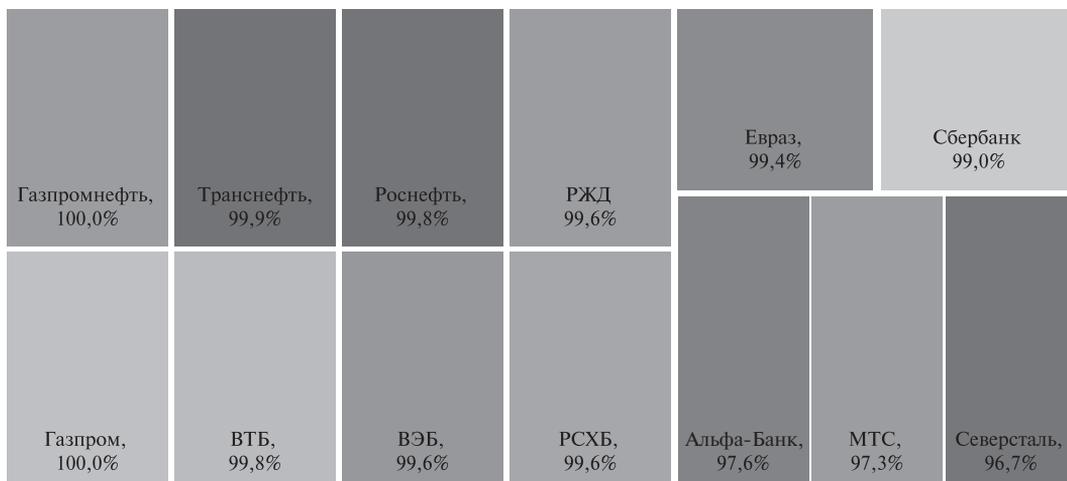


Рис. 4. Корреляции спрэдов *CDS* с торгуемыми на российском рынке спрэдами *CDS* других эмитентов

5. Принципы формирования и описание выборки

В большинстве работ, проанализированных нами в процессе данного исследования, в качестве тестовой выборки используются случайные переменные, сгенерированные с помощью симуляций Монте-Карло. Только Martin (Martin, 2018) предпринимает попытку сконструировать ноту типа «*n-th-to-default*», используя в качестве базисных активов суверенные облигации стран с развивающимися рынками. Малое количество работ, в которых модели тестируются на реальных рыночных данных, объясняется недостатком подобных данных: большинство структурных нот торгуются на внебиржевом рынке, а их эмиссионные документы не размещаются в открытом доступе. Как следствие, создание масштабной выборки реально существующих структурных продуктов представляет значительные сложности.

Мы не будем создавать выборку методом генерации случайных переменных, поскольку одна из задач нашего исследования — протестировать модель на рыночных данных. Однако мы также не будем включать в выборку реально существующие ноты — как было сказано выше, в открытом доступе находится слишком малое количество однородных структурных продуктов с полной информацией о них, чтобы составить полноценную выборку, а малая выборка придаст исследованию характер *case study*.

Для формирования выборки мы будем комбинировать 13 *CDS* на риск российских эмитентов, принципы выбора которых были описаны в предыдущем разделе, так, чтобы получить максимально возможное количество нот, состоящих из риска

четырёх эмитентов. Количество таких нот и, соответственно, объем выборки мы определяем, используя формулу сочетания без повторов:

$$C_n^k = \frac{n!}{(n-k)! k!} \quad (11)$$

$$C_{13}^4 = \frac{13!}{(13-4)! 4!} = \frac{10 \cdot 11 \cdot 12 \cdot 13}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} = 715.$$

Период наблюдения ограничен одним годом: с 1 мая 2019 г. по 1 мая 2020 г. Идея выбора такого интервала состоит в том, чтобы охватить динамику спрэдов *CDS* как до начала пандемии COVID-19, так и после нее.

Таблица 2 включает характеристики *CDS*, использованных для формирования выборки нот:

1. Вероятность дефолта эмитента на горизонте 1, 2, 3, 4 или 5 лет определялась на основании исторических данных агентства S&P о дефолтах эмитентов, имеющих соответствующий рейтинг (S&P Ratings, 2019);
2. Коэффициент корреляции с ценой нефти *Brent* или курсом доллар—рубль определялся как коэффициент линейной корреляции Пирсона между однодневным изменением спрэда *CDS* эмитента и однодневным изменением цены соответствующего актива на протяжении периода наблюдения;
3. Ожидаемые остаточные стоимости эмитентов после дефолта взяты из информационной системы *Bloomberg*, в которой они рассчитываются на основании исторических данных по дефолтам корпоративных эмитентов;
4. Доходность пятилетних долларовых облигаций эмитентов определялась по формуле:

$$YTM_i^{5Y} = \frac{CDS_i}{100} + r_{free}, \quad (12)$$

где YTM_i^{5Y} — доходность пятилетних долларовых облигаций эмитента i , CDS_i — выраженная в базисных пунктах величина спрэда *CDS* эмитента i , r_{free} — безрисковая ставка, представленная ставкой доходности по пятилетним казначейским облигациям США, которая была равна 0,4867% по состоянию на 1 июня 2020.

Таблица 3 представляет собой матрицу линейных корреляций спрэдов *CDS* с ценой нефти *Brent* и курсом доллар — рубль, а также их попарных корреляций со спрэдами *CDS* других эмитентов. У большинства эмитентов корреляция между спрэдами их *CDS* и курсом доллар—рубль сильнее, чем между спрэдами *CDS* и ценой нефти *Brent* — этот факт можно объяснить тем, что страной риска всех 13 компаний является Россия, следовательно, изменение курса национальной валюты превосходит по силе воздействия все прочие факторы, оказывающие влияние на стоимость *CDS*.

Используя формулу (11), мы сформировали из 13 *CDS* 715 нот, каждая из которых несет риск четырех эмитентов. Мы придерживались следующих общих принципов:

1. Срок до погашения ноты составляет 5 лет;
2. Номинал — 1 тыс. долларов США;
3. Доходность к погашению определяется как максимальная из рассчитанных по формуле 12 доходностей облигаций включенных в нее эмитентов, увеличенная на 1 процент;
4. Купон устанавливается на таком же уровне, как доходность к погашению — на практике эмитент чаще всего поступает так, чтобы реализовывать ноты по номиналу и не усложнять расчеты.

Краткие характеристики нот, вошедших в выборку, показаны в табл. 4.

Характеристики CDS, использованных для формирования выборки нот

Эмитент	Moody's	S&P	Вероятность дефолта на соответствующем временном горизонте, %					Коэф-фициент корреляции с ценой нефти сорта Brent	Коэф-фициент корреляции с курсом доллар-рубль	Ожидаемая остаточная стоимость в случае дефолта, доля от номинала	Доходность к погашению пятилетних долларовых облигаций, %	Спрэды пятилетних базисных пунктов
			1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет					
ВТБ	Baa3	BBB-	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,44	0,63	0,25	2,28	179,67
ВЭБ	Baa3	BBB-	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,45	0,72	0,25	2,34	184,97
Транснефть	Baa2	BBB-	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,55	0,75	0,25	1,62	113,01
Северсталь	Baa2	BBB-	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,38	0,59	0,25	1,78	129,36
Сбербанк	Baa3	BBB-*	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,37	0,3	0,25	2,53	204,46
РЖД	Baa2	BBB-	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,41	0,43	0,25	2,05	156,82
РСХБ	Ba1	BBB-*	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,6	0,59	0,25	1,96	147,1
Роснефть	Baa3	BBB-	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,38	0,5	0,25	2,82	233,73
МТС	Ba1	BB+	0,32	1,04	1,91	2,79	3,69	0,33	-0,1	0,40	2,51	202,07
Газпромнефть	Baa2	BBB-	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,49	0,71	0,25	2,35	186,2
Газпром	Baa2	BBB-	0,24	0,73	1,35	2,04	2,77	-0,49	0,71	0,25	2,12	163,61
Евраз	Ba1	BB+	0,32	1,04	1,91	2,79	3,69	-0,43	0,67	0,25	2,78	229,19
Альфа-Банк	Ba1	BB+	0,32	1,04	1,91	2,79	3,69	-0,49	0,59	0,25	2,87	238,72

* Компании, отмеченные *, не имеют рейтинга агентства S&P — для них он определен как эквивалентный рейтингу, присвоенному агентством Moody's

Таблица 3

Матрица корреляций спредов *CDS* эмитентов с ценой нефти *Brent* и курсом доллар-рубль, а также их попарных корреляций со спредами *CDS* других эмитентов

	ВТБ	ВЭБ	Транснефть	Северсталь	Сбербанк	РЖД	РСХБ	Роснефть	МТС	Газпромнефть	Газпром	Евраз	Альфа-Банк	Brent	USDRUB
ВТБ	1,00														
ВЭБ	0,62	1,00													
Транснефть	0,88	0,88	1,00												
Северсталь	0,58	0,51	0,58	1,00											
Сбербанк	0,66	0,27	0,58	0,44	1,00										
РЖД	0,88	0,38	0,75	0,44	0,81	1,00									
РСХБ	0,86	0,54	0,83	0,47	0,80	0,89	1,00								
Роснефть	0,95	0,53	0,84	0,50	0,79	0,95	0,90	1,00							
МТС	0,07	-0,06	-0,06	0,34	0,13	0,08	-0,19	0,11	1,00						
Газпромнефть	0,96	0,71	0,92	0,66	0,64	0,85	0,83	0,90	0,11	1,00					
Газпром	0,96	0,71	0,92	0,66	0,63	0,85	0,83	0,90	0,11	1,00	1,00				
Евраз	0,90	0,58	0,79	0,56	0,41	0,77	0,69	0,79	0,06	0,90	0,91	1,00			
Альфа-Банк	0,89	0,51	0,81	0,51	0,71	0,89	0,89	0,90	-0,04	0,87	0,87	0,78	1,00		
Brent	-0,44	-0,45	-0,55	-0,38	-0,37	-0,41	-0,60	-0,38	0,33	-0,49	-0,49	-0,43	-0,49	1,00	
USDRUB	0,63	0,72	0,75	0,59	0,30	0,43	0,59	0,50	-0,10	0,71	0,71	0,67	0,59	-0,59	1,00

Таблица 4

Характеристики *CDS*, использованных для формирования выборки нот

Количество нот	715
Количество эмитентов, включенных в каждую ноту	4
Срок до погашения, лет	5
Номинал FTD, долларов США	1000
Доходность к погашению/купон, медиана по выборке, %	3,82
Доходность к погашению/купон, минимальное значение по выборке, %	3,05
Доходность к погашению/купон, максимальное значение по выборке, %	3,87

6. Результаты

6.1. Вероятность дефолта в течение срока обращения ноты

Вероятность дефолта каждой из нот, включенных в выборку, на горизонте 1, 2, 3, 4 и 5 лет, была рассчитана с применением формулы 9 и данных, приведенных в табл. 2. Для расчета были использованы две однофакторные модели: в первой из них в роли факторной переменной выступала цена нефти сорта *Brent*, во второй — курс доллар — рубль.

На рис. 5 показаны гистограммы распределения нот по вероятности дефолта на горизонте 1 года и 5 лет, полученные после тестирования модели с ценой нефти *Brent* в качестве факторной переменной, а на рис. 6 — медианные значения

вероятности дефолта по выборке для соответствующего срока после начала обращения. Медианное значение вероятности дефолта по выборке непрерывно возрастает с 1,22% в первый год обращения ноты до 16,1% в пятый год ее обращения.

Таблица 5 содержит описательные статистики распределения. Среднее и медианное значения вероятности дефолта на каждом сроке очень близки друг к другу, что дает основание сделать вывод о том, что распределение стремится к нормальному. Рассчитать моду, чтобы сравнить ее со средним и медианным значением для подтверждения нормальности или ненормальности распределения, невозможно, поскольку среди рассчитанных вероятностей нет идентичных значений.



Рис. 5. Гистограммы распределения нот в выборке по вероятности дефолта на горизонте 1 года и 5 лет. Модель с ценой нефти *Brent* в качестве факторной переменной

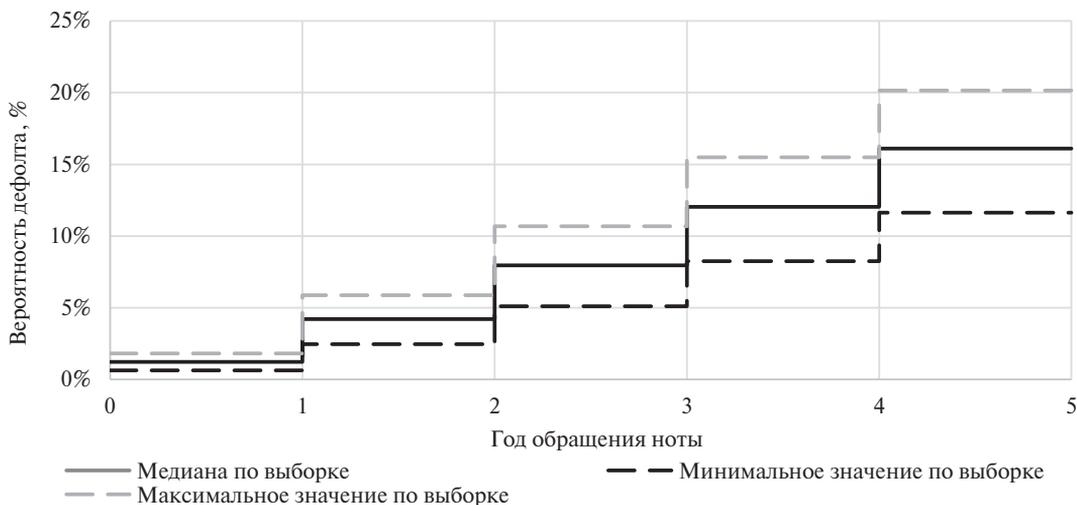


Рис. 6. Вероятность дефолта в 1, 2, 3, 4 и 5 год обращения ноты. Модель с ценой нефти *Brent* в качестве факторной переменной

Рисунок 7 показывает гистограммы распределения нот по вероятности дефолта на горизонте 1 года и 5 лет, полученные после тестирования модели с курсом доллар–рубли в качестве факторной переменной, а рис. 8 — медианные значения вероятности дефолта по выборке для соответствующего срока после начала обращения. Медианное значение вероятности дефолта по выборке так же, как и по результатам тестирования предыдущей модели, непрерывно возрастает. Однако, по результатам данной модели оно ниже: медианная вероятность дефолта возрастает лишь с 0,65% в первый год обращения ноты до 10,58% в пятый год ее обращения.

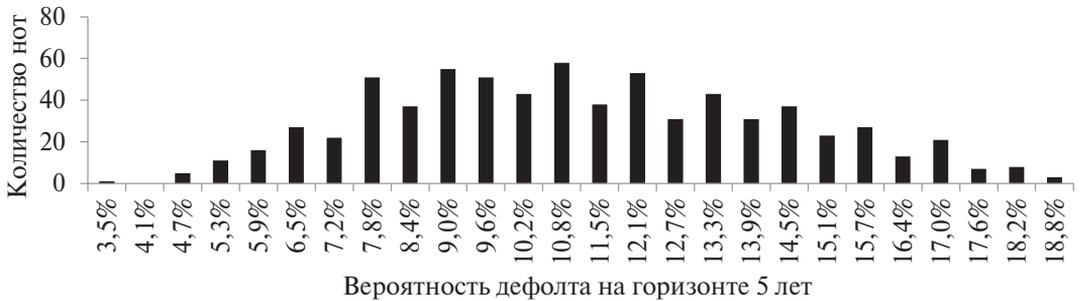


Рис. 7. Гистограммы распределения нот в выборке по вероятности дефолта на горизонте 1 года и 5 лет. Модель с курсом доллар–рубли в качестве факторной переменной

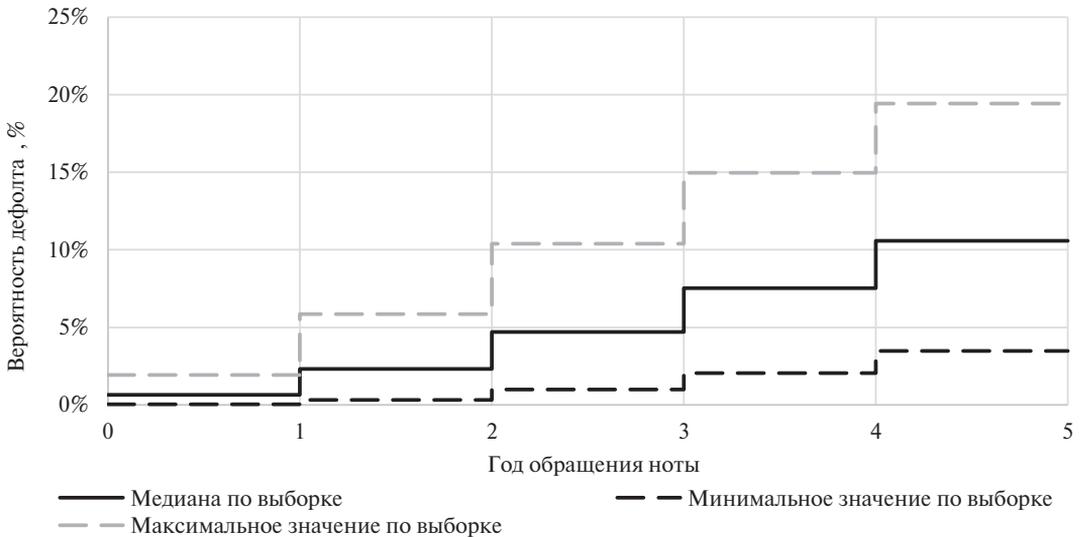


Рис. 8. Вероятность дефолта в 1, 2, 3, 4 и 5 год обращения ноты. Модель с курсом доллар–рубли в качестве факторной переменной

Таблица 5 позволяет сравнить описательные статистики распределений, полученных по результатам двух моделей. Среднее и медианное значения вероятности дефолта, полученные по результатам модели с фактором-курсом доллар–рубли, не настолько близки друг к другу, как по результатам модели с фактором-ценой нефти *Brent*, но к пятому году обращения разрыв между ними сокращается. Графический анализ подтверждает статистический: в первый год очевиден скол распределения, однако к пятому году оно становится более похожим на нормальное.

Коэффициент асимметрии положителен применительно ко всем распределениям, что свидетельствует о правосторонней асимметрии: большее количество

нот в выборке имеет вероятность дефолта ниже средней. Это можно объяснить тем, что вероятность дефолта каждого отдельно взятого эмитента определялась на основании его кредитного рейтинга, и только 3 эмитента из 13 имели рейтинг ниже ВВВ—. Таким образом, большее количество нот было сконструировано с включением эмитентов с наивысшим рейтингом, который способствует более низкой вероятности дефолта ноты.

Таблица 5

Сравнительные описательные статистики распределения вероятности дефолта ноты на различном временном горизонте, полученного с применением модели однофакторной копулы с ценой нефти *Brent* либо курсом доллар—рубль в качестве факторной переменной

Временной горизонт	Модель с ценой нефти <i>Brent</i> в качестве факторной переменной					Модель с курсом доллар—рубль в качестве факторной переменной				
	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет
Среднее значение вероятности дефолта по выборке	0,0123	0,0421	0,0800	0,1203	0,1612	0,0074	0,0257	0,0505	0,0787	0,1089
Медианное значение вероятности дефолта по выборке	0,0122	0,0420	0,0796	0,1203	0,1610	0,0065	0,0232	0,0470	0,0752	0,1058
Минимальное значение вероятности дефолта по выборке	0,0063	0,0245	0,0511	0,0824	0,1163	0,0004	0,0033	0,0099	0,0205	0,0348
Максимальное значение вероятности дефолта по выборке	0,0181	0,0587	0,1069	0,1549	0,2015	0,0193	0,0585	0,1039	0,1496	0,1943
Размах	0,0119	0,0342	0,0559	0,0725	0,0853	0,0189	0,0552	0,0940	0,1290	0,1595
Стандартное отклонение	0,0023	0,0068	0,0111	0,0143	0,0168	0,0044	0,0122	0,0200	0,0265	0,0320
Экссесс	-0,4916	-0,5019	-0,4922	-0,4810	-0,4731	-0,7743	-0,7378	-0,6927	-0,6480	-0,6152
Асимметричность	0,1033	0,1030	0,0769	0,0394	0,0107	0,5053	0,4404	0,3688	0,2998	0,2427
Количество наблюдений	715	715	715	715	715	715	715	715	715	715

6.2. Справедливая стоимость FTD-ноты

Справедливая стоимость нот, включенных в выборку, была рассчитана с применением формулы 1.

Рисунки 9 и 10 иллюстрируют распределение нот в зависимости от их рассчитанной справедливой стоимости, а табл. 6 отражает их описательные статистики по результатам двух моделей. Медианное значение справедливой стоимости по выборке по результатам модели с фактором-ценой нефти *Brent* составляет 94,24%, а по результатам модели с фактором-курсом доллар—рубль — 95,97%. Кроме того, значение справедливой стоимости по результатам модели с фактором-курсом доллар—рубль имеет более широкий диапазон: оно варьирует в пределах от 93,51% до 98,35%, тогда как справедливая стоимость по результатам модели с фактором-ценой нефти *Brent* ограничена более узкими пределами: от 93,17% до 95,47%. Также из табл. 6 можно увидеть, что ноты, имеющие минимальную и максимальную цену, по результатам двух моделей практически совпадают, различаясь только одним эмитентом.

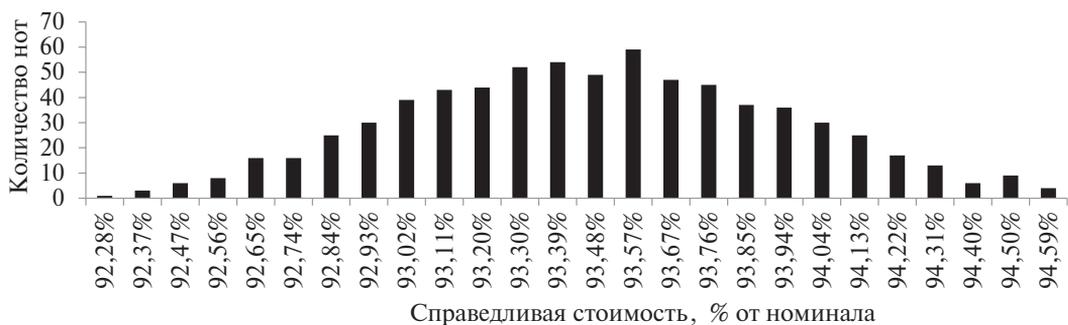


Рис. 9. Гистограмма распределения нот в выборке по их справедливой стоимости. Модель с ценой нефти Brent в качестве факторной переменной

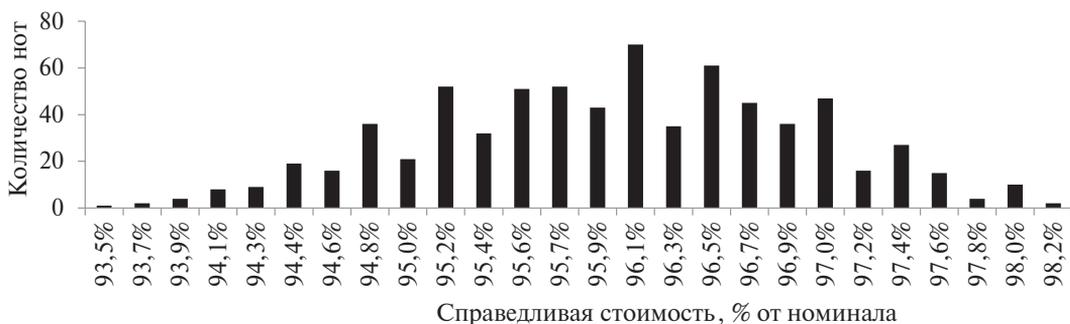


Рис. 10. Гистограмма распределения нот в выборке по их справедливой стоимости. Модель с курсом доллар-рубли в качестве факторной переменной

Таблица 6

Сравнительные описательные статистики распределения нот по их справедливой стоимости, полученной с применением модели однофакторной копулы с ценой нефти Brent либо курсом доллар-рубли в качестве факторной переменной

	Модель с ценой нефти Brent в качестве факторной переменной	Модель с курсом доллар-рубли в качестве факторной переменной
Среднее	0,9425	0,9593
Медиана	0,9424	0,9597
Минимум	0,9317	0,9351
Максимум	0,9547	0,9835
Размах	0,0230	0,0484
Стандартное отклонение	0,0045	0,0091
Экссесс	-0,4560	-0,5117
Асимметричность	0,0584	-0,0778
Количество наблюдений	715	715
Нота, имеющая минимальную стоимость	Сбербанк, МТС, Евраз, Альфа-Банк	Сбербанк, РЖД, МТС, Альфа-Банк
Нота, имеющая максимальную стоимость	Транснефть, РСХБ, Газпромнефть, Газпром	ВЭБ, Транснефть, Газпромнефть, Газпром

Полученные результаты показывают, что справедливая стоимость сконструированных нот находится на более низком уровне, чем их реальная стоимость, если предположить, что данные ноты в соответствии со сложившейся практикой размещались бы по номиналу. Это может объясняться тем, что рассчитанная вероятность дефолта ноты на горизонте пяти лет, в зависимости от модели варьирующаяся от 10,89 до 16,12%, требует более высокой премии за риск, чем ставка доходности, превышающая ставку наиболее доходного из включенных эмитентов на 1%.

Рисунки 11 и 12 отображают связь между справедливой стоимостью нот и вероятностью их дефолта на горизонте срока до погашения. Отрицательная связь объяснима как такой же логикой, как связь между рейтингом облигации и ее ценой, так и тем, что при расчете справедливой стоимости ожидаемые потоки взвешиваются по вероятности. Ухудшение кредитного рейтинга эмитента означает повышение вероятности его дефолта, вследствие чего уменьшаются ожидаемые будущие денежные потоки и, как следствие, справедливая стоимость ноты.

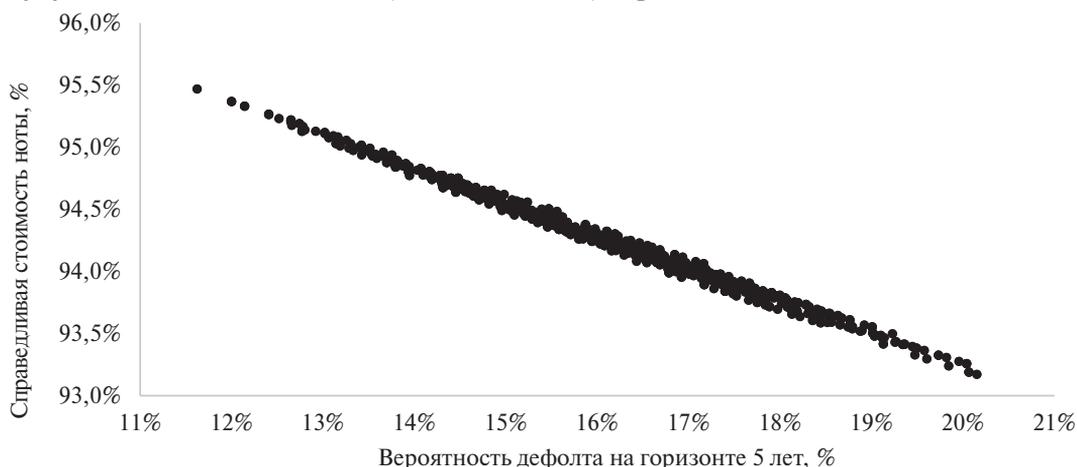


Рис. 11. Взаимосвязь между справедливой стоимостью нот и вероятностью их дефолта. Модель с ценой нефти *Brent* в качестве факторной переменной

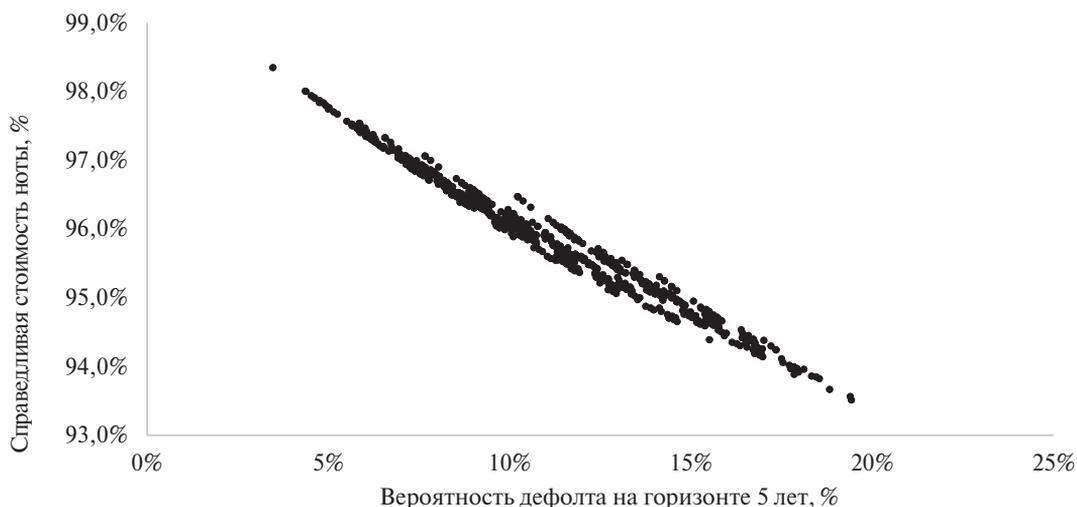


Рис. 12. Взаимосвязь между справедливой стоимостью нот и вероятностью их дефолта. Модель с курсом доллар–рубли в качестве факторной переменной

6.3. Сравнение нот по соотношению «риск—доходность»

Общепризнанной мерой соотношения риска актива с его доходностью является коэффициент Шарпа. Однако, в рамках данного исследования использовать его невозможно по причине отсутствия данных о волатильности цен сконструированных нот. Мы модифицировали формулу классического коэффициента Шарпа в соответствии с формулой 10: доходность, используемая при расчете квази-коэффициента Шарпа, рассчитывается как превышение доходности ноты над безрисковой ставкой, но в качестве меры риска мы используем не волатильность ноты, а вероятность ее дефолта на горизонте 5 лет — планируемого срока до погашения.

Рисунки 13 и 14 иллюстрируют распределение нот в выборке по величине квази-коэффициента Шарпа для двух моделей, а табл. 7 — их сравнительные описательные статистики. Если распределение, построенное для модели с фактором-ценой нефти Brent, стремится к нормальному, о чем свидетельствует близость среднего и медианного значения, то распределение, построенное для модели с фактором-курсом доллар-рубли, имеет выраженную правостороннюю асимметрию. Данный факт объясним тем, что распределение нот по вероятности дефолта, построенное по результатам аналогичной модели, также имеет правостороннюю асимметрию. Следовательно, более низкая по выборке вероятность дефолта ведет к более высокому значению квази-коэффициента Шарпа. По аналогичной причине медианное значение квази-коэффициента по результатам второй модели существенно превышает его значение по результатам первой модели.

Логика квази-коэффициента Шарпа аналогична логике стандартного коэффициента Шарпа: при сравнении двух активов актив с высоким значением коэффициента предпочитается активу с низким его значением, поскольку предоставляет инвестору более высокую доходность на единицу риска. Таким образом, квази-коэффициент Шарпа может использоваться при принятии инвестиционных решений о выборе между двумя или более нотами.

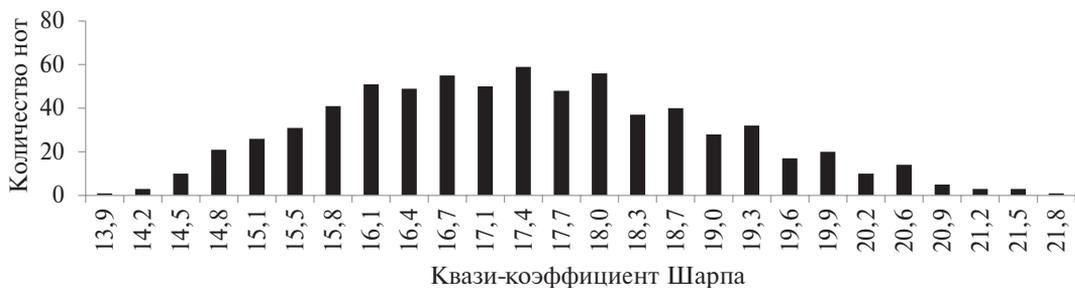


Рис. 13. Гистограмма распределения нот в выборке по величине квази-коэффициента Шарпа. Модель с ценой нефти *Brent* в качестве факторной переменной.

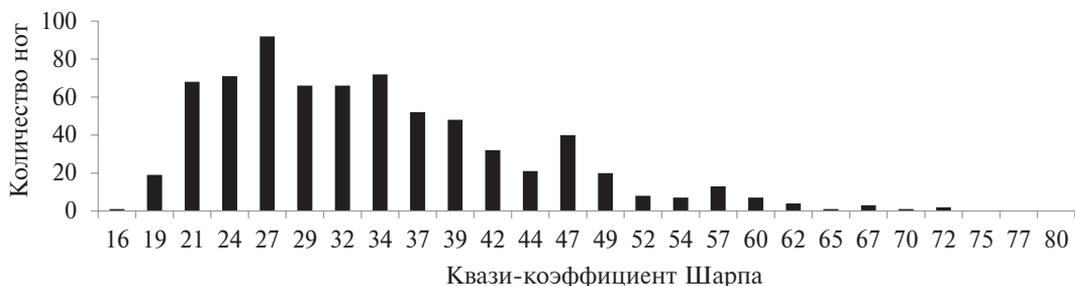


Рис. 14. Гистограмма распределения нот в выборке по величине квази-коэффициента Шарпа. Модель с курсом доллар—рубли в качестве факторной переменной

Таблица 7

Сравнительные описательные статистики распределения количества нот по величине квазикэффициента Шарпа, полученного с применением модели однофакторной копулы с ценой нефти *Brent* либо курсом доллар—рубль в качестве факторной переменной

	Модель с ценой нефти <i>Brent</i> в качестве факторной переменной	Модель с курсом доллар—рубль в качестве факторной переменной
Среднее	20,2423	32,5124
Медиана	20,1540	30,4254
Минимум	16,0104	16,4181
Максимум	26,4907	82,3722
Размах	10,4802	65,9541
Стандартное отклонение	2,0157	10,3648
Эксцесс	−0,2163	1,1830
Асимметричность	0,3658	1,0328
Количество наблюдений	715	715
Нота с минимальным квази-коэффициентом Шарпа	Северсталь, Сбербанк, РЖД, МТС	Северсталь, Сбербанк, РЖД, МТС
Нота с максимальным квази-коэффициентом Шарпа	Транснефть, РСХБ, Газпромнефть, Альфа-Банк	ВЭБ, Транснефть, Газпромнефть, Газпром

7. Заключение

На данный момент не существует ни одного академического исследования, которое освещало бы перспективы конструирования структурных нот «до первого дефолта» на российском рынке. Наша статья заполняет этот пробел. В ней предлагается описание принципа действия *FTD*, механизма их конструирования, а также задач инвестора, которые они решают.

В исследовании раскрывается алгоритм оценки облигационных нот с использованием модели однофакторной копулы, в которой в роли факторов поочередно выступают цена нефти сорта *Brent* и валютный курс доллар—рубль. Протестировав две модели, мы установили, что медианная справедливая стоимость ноты по результатам моделей составляет 94,24 и 95,97% соответственно. Более низкую, чем номинал, справедливую стоимость мы можем объяснить тем фактом, что медианные значения вероятности дефолта в течение срока обращения ноты по результатам двух моделей составляют 16,12 и 10,89% — очевидно, что при таком уровне риска доходность ноты должна быть более высокой, чем установленная нами в рамках исследования.

В статье был проведен анализ рынка *CDS* на риск российских эмитентов, в процессе которого мы выяснили, что только 13 *CDS* по всем параметрам соответствуют необходимым для включения их в состав базисных активов *FTD*-ноты критериям. Мы сконструировали 715 нот, используя 13 *CDS* в различных сочетаниях, однако только немногие из этих нот являются уникальными, а не повторениями одной и той же ноты с заменой одного эмитента. Это не является препятствием для формирования выборки и проверки на ней моделей, однако, на практике компания-структуратор не будет производить эмиссию большого количества практически одинаковых нот, поскольку выпуск ноты ассоциирован со значительными временными и денежными затратами, а клиентская база конечна.

Таким образом, базисных активов, торгуемых сейчас на российском рынке, достаточно для того, чтобы сконструировать выборку нот и проверить на ней те или иные методики ценообразования, но недостаточно для того, чтобы предоставить инвестору предложение уникальных и разнообразных *FTD*. Изменение сложившейся ситуации — вопрос времени: для расширения рынка *CDS* на риск российских эмитентов необходим выпуск облигаций большим количеством эмитентов, чем выпускают их сейчас, присвоение данным эмитентам кредитного рейтинга инвестиционного уровня и популяризация их на международном рынке.

Источники

Матюхин А. А. Структурные продукты как альтернатива депозитам // Банковский бизнес. 2012. № 3. С. 29–34.

Матюхин А. А. *FTD*-ноты являются наиболее актуальным инвестиционным предложением среди структурных продуктов. [Электронный ресурс] // *Cbonds Review*. 2016. № 2. URL: <http://review.cbonds.info/article/magazines/4381/>.

Пеникас Г. И. Модели «копула» в приложении к задачам финансов // Журнал Новой экономической ассоциации. 2010. Т. 7. С. 24–44.

Ткаченко М. В. Структурные облигации: российский и европейский опыт [Электронный ресурс] // *Cbonds Review*. 2018. N 4/107. URL: <http://review.cbonds.info/article/magazines/4909/>.

Abid F. et al. Copula Based Simulation Procedures for Pricing Collateralised Debt Obligations // *International Journal of Applied Management Science*. 2010. Vol. 2. Iss. 3. P. 239–261.

Dalla Valle L. et al. Default Probability Estimation Via Pair Copula Constructions // *European Journal of Operational Research*. 2016. Vol. 249. Iss. 1. P. 298–311.

Default, Transition, and Recovery: 2018 Annual Global Corporate Default And Rating Transition Study / S&P Ratings. 2019. URL: <https://www.spratings.com/documents/20184/774196/2018AnnualGlobalCorporateDefaultAndRatingTransitionStudy.pdf>.

Fathi A. et al. Copula Based Simulation Procedures for Pricing Basket Credit Derivatives // University Library of Munich, Germany. 2007. Iss. 6014.

Galiani S. Copula Functions and Their Application in Pricing and Risk Managing Multiname Credit Derivative Products // University of London Master of Science Project. 2003.

Habiboallah F. Copulas, Modeling Dependencies in Financial Risk Management / Purmerend. Dec. 2007.

Hamilton D., Ou S., Kim F., Cantor R. Corporate Default and Recovery Rates, 1920–2006. Feb. 2007. URL: <https://www.moodys.com/sites/products/DefaultResearch/2006400000429618.pdf>.

Haugh M. An Introduction to Copulas / IOR E4602: Quantitative Risk Management. Lecture notes / Columbia University, 2016.

Hull J. C., White A. D. Valuation of a CDO and an n-th to Default CDS without Monte Carlo Simulation // *The Journal of Derivatives*. 2004. Vol. 12. Iss. 2. P. 8–23.

Hull J. Defining Copulas // *Risk*. 2006. Vol. 19. Iss. 10. P. 62–64.

Hull J., White A. The Perfect Copula: The Zaluation of Correlation-Dependent Derivatives Using the Hazard Rate Path Approach / University of Toronto, 2005.

Jobst A. A. The Pricing Puzzle: the Default Term Structure of Collateralised Loan Obligations. 2002.

Laurent J. P., Gregory J. Basket Default Swaps, CDOs and Factor Copulas // *Journal of risk*. 2005. Vol. 7. Iss. 4. P. 103–122.

Li D. X. On Default Correlation: A Copula Function Approach // *The Journal of Fixed Income*. 2000. Vol. 9. Iss. 4. P. 43–54.

MacKenzie D., Spears T. The Formula That Killed Wall Street: The Gaussian Copula and Modeling Practices in Investment Banking // *Social Studies of Science*. 2014. Vol. 44. Iss. 3. P. 393–417.

MacKenzie D., Spears T. The Formula That Killed Wall Street? The Gaussian Copula and the Material Cultures of Modelling / School of Social and Political Science. University of Edinburgh, 2012.

Madan D. B., Konikov M., Marinescu M. Credit and Basket Default Swaps // *Journal of Credit Risk*. 2004. Vol. 2. Iss. 1. P. 67–87.

Martin R., Ma Y. Emerging Market Corporate Bonds as First-to-Default Baskets. 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/324744678_Emerging_Market_Corporate_Bonds_as_First-to-Default_Baskets.

- Salmon F. The Formula That Killed Wall Street // *Significance*. 2012. Vol. 9. Iss. 1. P. 16–20.
- Sheng Y. Valuing FtD Contract under Copula Approach via Monte-Carlo Stimulation [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1310/1310.6819.pdf>.
- Tapiero C. S., Totouom D. CDO and Structured Financial Products: A Modeling Perspective / NYU Poly Research Paper Forthcoming, 2010.
- Umeorah N., Mashele P., Ehrhardt M. Preprint Elliptical and Archimedean Copula Models: an Application to the Price Estimation of Portfolio Credit Derivatives. 2019.

References

- Abid F. et al. Copula based simulation procedures for pricing collateralised debt obligations. *International Journal of Applied Management Science*, 2010, vol. 2, iss. 3, pp. 239–261.
- Dalla Valle L. et al. Default probability estimation via pair copula constructions. *European Journal of Operational Research*, 2016, vol. 249, iss. 1, pp. 298–311.
- Fathi A. et al. *Copula based simulation procedures for pricing basket Credit Derivatives*, University Library of Munich, Germany, 2007, iss. 6014.
- Galiani S. *Copula functions and their application in pricing and risk managing multiline credit derivative products*. University of London Master of Science Project, 2003.
- Habiboellah F. *Copulas, Modeling dependencies in Financial Risk Management*. Purmerend, Dec, 2007.
- Hamilton D., Ou S., Kim F., Cantor R. *Corporate Default and Recovery Rates, 1920–2006*. Feb. 2007. Available at: <https://www.moodys.com/sites/products/DefaultResearch/2006400000429618.pdf>.
- Haugh M. *An introduction to copulas*. IEOR E4602: quantitative risk management. Lecture notes. Columbia University, 2016.
- Hull J. C., White A. D. Valuation of a CDO and an n-th to default CDS without Monte Carlo simulation. *The Journal of Derivatives*, 2004, vol. 12, iss. 2, pp. 8–23.
- Hull J. Defining copulas. *Risk*, 2006, vol. 19, iss. 10, pp. 62–64.
- Hull J., White A. *The perfect copula: The valuation of correlation-dependent derivatives using the hazard rate path approach*. Working paper. University of Toronto, 2005.
- Jobst A. A. *The pricing puzzle: the default term structure of collateralised loan obligations*, 2002.
- Laurent J. P., Gregory J. Basket default swaps, CDOs and factor copulas. *Journal of risk*, 2005, vol. 7, iss. 4, pp. 103–122.
- Li D. X. On default correlation: A copula function approach. *The Journal of Fixed Income*, 2000, vol. 9, iss. 4, pp. 43–54.
- MacKenzie D., Spears T. ‘The formula that killed Wall Street’: The Gaussian copula and modelling practices in investment banking. *Social Studies of Science*, 2014, vol. 44, iss. 3, pp. 393–417.
- MacKenzie D., Spears T. The Formula That Killed Wall Street’ The Gaussian Copula and the Material Cultures of Modelling. *School of Social and Political Science*, University of Edinburgh, 2012.
- Madan D. B., Konikov M., Marinescu M. Credit and basket default swaps. *Journal of Credit Risk*, 2004, vol. 2, iss. 1, pp. 67–87.
- Martin R., Ma Y. Emerging Market Corporate Bonds as First-to-Default Baskets, 2018. Available at: https://www.researchgate.net/publication/324744678_Emerging_Market_Corporate_Bonds_as_First-to-Default_Baskets.
- Matyuhin A. A. Ftd-noty yavlyayutsya naibolee aktual’nym investicionnym predlozheniem sredi strukturnykh produktov [FTD-notes are the most interesting proposal among structured products]. *Cbonds Review*, 2016, N 2. Available at: <http://review.cbonds.info/article/magazines/4381/> (In Russian)
- Matyuhin A. A. Strukturnye produkty kak al’ternativa depozitam [Structured products as an alternative to deposits]. *Bankovskij Biznes [Banking Business]*, 2012, N 3, pp. 29–34. (In Russian)
- Penikas G. I. Modeli «kopula» v prilozhenii k zadacham finansov [Financial applications of copula models]. *Zhurnal Novoj Ekonomicheskoy Associacii [Journal of the New Economic Association]*, 2010, N 7, pp. 24–44. (In Russian)
- S&P Ratings. Default, Transition, and Recovery: 2018 Annual Global Corporate Default And Rating Transition Study, 2019. Available at: <https://www.spratings.com/documents/20184/774196/2018AnnualGlobalCorporateDefaultandRatingTransitionStudy.pdf>.
- Salmon F. The formula that killed Wall Street. *Significance*, 2012, vol. 9, iss. 1, pp. 16–20.
- Sheng Y. *Valuing FtD Contract under Copula Approach via Monte-Carlo Stimulation*. arXiv preprint arXiv:1310.6819, 2013.
- Tapiero C. S., Totouom D. *CDO and structured financial products: A modeling perspective*. NYU Poly Research Paper Forthcoming, 2010.
- Tkachenko M. V. Strukturnye obligacii: rossijskij i evropejskij opyt [Structured Bonds: Russian and European Experience]. *Cbonds Review*, 2018, N 4/107. Available at: <http://review.cbonds.info/article/magazines/4909/> (In Russian)
- Umeorah N., Mashele P., Ehrhardt M. *Preprint Elliptical and Archimedean copula models: an application to the price estimation of portfolio credit derivatives*, 2019.

Р. В. Гарафутдинов

аспирант кафедры информационных систем и математических методов в экономике Пермского государственного национального исследовательского университета

Е. П. Гурова

канд. филол. наук, старший преподаватель кафедры журналистики и массовых коммуникаций Пермского государственного национального исследовательского университета, аспирант Института экономики Уральского отделения РАН

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ФОРМИРОВАНИЮ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ МАРКОВИЦА С ПРИМЕНЕНИЕМ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Введение

Экономика России находится в одной из переходных фаз развития. На протяжении нескольких лет идут разговоры как в среде ученых, так и в сфере практиков о ее цифровизации, становлении экономики будущего и сопутствующих процессах «перестройки». С точки зрения ряда теоретиков и практиков, эти процессы вызваны закономерным переходом к постиндустриальному обществу. Однако переход от одной фазы развития к другой неоднороден. Если обратиться к экономической теории (в частности, теории научных революций Т. Куна), то этим объясняется и нестабильность экономики, и, как следствие, периодический вход в зоны экономических кризисов, и неоднородность развития и перестройки ряда сегментов финансового рынка (от начальных стадий индустриального уклада до явных признаков постиндустриального развития в ряде областей, включая те же процессы цифровизации экономики, нарастание доминантности сферы услуг и т. д.).

В указанных условиях инвестирование, столь характерное для рыночной экономики как форма получения дохода, приобретает иную роль, иную окраску. Наибольший интерес стабильно вызывают не вложение средств в банковские депозиты (для данного инструмента характерна практически единичная вероятность реализации риска потери средств ввиду сопоставимости, а то и превышения величиной инфляции предлагаемых банками процентных ставок по вкладам), а инвестирование в сектор ИТ, венчурное инвестирование и формирование инвестиционных портфелей на фондовых биржах. На данный момент более актуально не просто получение дохода, а гарантированность его в условиях нестабильности наряду с хеджированием финансовых рисков. Тем важнее разработка инновационных методов формирования инвестиционных портфелей, которые позволят получить более точный прогноз финансового результата. Как правило, наиболее распространенной, часто используемой является теория оптимального инвестиционного портфеля за авторством Г. Марковица (Markowitz, 1952). Она основана на максимизации доходности инвестиций при минимизации риска; реализуется в подборе совокупности финансовых инструментов с некоррелированными доходностями. Математическим воплощением понятия риска считается волатильность доходности, выраженная ее стандартным отклонением. Задачей инвестора в данном

случае становится поиск такой структуры портфеля, при которой соотношение совокупных доходности и риска оптимальны для данного набора активов.

Как правило, инвестиционный портфель формируется исходя из наблюдаемых, исторических доходностей активов. При решении задачи оптимизации структуры портфеля Марковица целевой функцией является его характеристика (доходность или риск), оцениваемая по массиву прошлых значений доходностей активов, составляющих портфель. Известно, что финансовые ценовые ряды нестационарны (Демин, Витяев, 2009; Загайнов, 2017), и доходность актива, в основе которой лежат курсовые разницы, практически не может быть константой в динамике. Более того, она может быть весьма непостоянной величиной. С этим связана проблема выбора таких инструментов инвестирования для формирования портфеля, поведение которых (а следовательно, и доходность) было бы достаточно предсказуемым. Одним из подходов к решению этой проблемы является фрактальный анализ финансовых рынков.

Согласно мнению некоторых авторов, наиболее адекватный математический аппарат для исследования сложного поведения финансовых показателей был разработан на основе фрактальной теории (Мансуров, 2008). Фрактал можно определить как структуру, части которой в определенном смысле подобны целому. Такие структуры встречаются как в природе (горы, береговая линия и т. д.), так и в экономике (графики динамики котировок, процентных ставок, риска и доходности и т. д.). Использование фрактального анализа при прогнозировании доходностей позволяет учесть взаимосвязи во временном ряду, сложное (неоднородное) поведение инвесторов, различные горизонты инвестирования участников рынка, отклонения от ценовых трендов. Важным моментом является то, что фрактальные характеристики временного ряда могут выступать в качестве показателей стабильности, предсказуемости его поведения (Бронштейн, Янчушка, 2007; Коноплева, 2015). Это их свойство можно использовать при отборе активов в инвестиционный портфель.

Основная гипотеза исследования состоит в том, что портфель, сформированный из активов с более стабильной, предсказуемой динамикой, обладает лучшими характеристиками (доходность, риск), чем портфель из активов с менее предсказуемой динамикой. При этом мерой предсказуемости являются фрактальные показатели ценовых рядов активов. Целью данной работы является проверка озвученной гипотезы.

Обзор литературы

Зачастую в научных работах о портфельном инвестировании вовсе не дается определения инвестиционного портфеля; любопытно, что и Г. Марковиц в своем знаменитом труде «Portfolio Selection» его не дал. Можно встретить, например, такое: инвестиционный портфель — это множество различных инвестиционных активов, направленных на достижение финансовой цели (Дмитриев, Тихонова, 2019). Как правило, для большинства инвесторов основной финансовой целью является получение прибыли. Идея портфельного инвестирования состоит в том, чтобы диверсифицировать риски от вложения в тот или иной актив: вероятность принесения убытков единственным активом куда выше, чем вероятность убыточности сразу нескольких. Соотношение усредненных доходности и риска оказывается более оптимальным, чем соотношение доходности и риска любого единичного актива. В широком смысле портфель можно рассматривать как набор любых активов, способных генерировать доход (например, реальных или

финансовых инвестиционных проектов); на практике же, как правило, говорят о портфеле финансовых активов, состоящем из финансовых инструментов: ценных бумаг, валюты, производных инструментов и т. д. В качестве своеобразных портфелей можно рассматривать биржевые индексы (например, индекс РТС) или паи инвестиционных фондов. Индекс, представляющий собой рыночный портфель, рассчитывается по определенной обнародованной биржей методике и призван служить индикатором текущего состояния в том или ином секторе финансового рынка, а не принести максимальную доходность при наименьшем риске инвестору, который бы вздумал вложиться в индексный фонд или повторить индекс самостоятельно, приобретя нужные активы в соответствующих пропорциях. Инвестиционный фонд отличается активным управлением средствами вкладчиков, он продает и приобретает активы в соответствии с некоторыми представлениями управляющих об оптимальной тактике инвестирования в зависимости от рыночной конъюнктуры. Также частный инвестор может собрать инвестиционный портфель самостоятельно, приобретя ценные бумаги или иные финансовые инструменты в некотором соотношении.

Использованию фрактального подхода при формировании инвестиционных портфелей посвящено не так много исследований. Так, Е. А. Косаревой предложен подход к построению портфеля Шарпа, основанный на предложении рассматривать цены одного и того же актива на разных таймфреймах как цены разных активов (Косарева, 2019). Показано, что возможно подобрать комбинацию пары таких «активов», при которой риск оказывается ниже при сохранении доходности портфеля на уровне средней для активов с одинаковым таймфреймом. Ю. А. Коноплевой в работе (Коноплева, 2015) для отбора акций в портфель «Квази-Шарпа» в качестве индикатора применена распространенная фрактальная характеристика временных рядов — показатель Херста H , для оценки которого использован метод R/S-анализа. Выбраны активы, величина H ценовых рядов которых стремится к 0,5 и превышает это значение, что свидетельствует о трендовости и предсказуемости поведения котировок. Схожим методом отбора активов в портфель пользовались Е. М. Бронштейн и З. И. Янчушка (Бронштейн, Янчушка, 2007), формируя всевозможные комбинации из 10 акций и оценивая методом клеточного покрытия фрактальную размерность D рядов доходностей полученных портфелей, из которых выбирался портфель с наименьшим значением D как обладающий наиболее стабильным поведением. Также в работах (Бронштейн, Янчушка, 2007; Коноплева, 2015) показано, что распределение случайных величин курсов исследуемых акций не является гауссовым, соответствующие временные ряды обладают длинной памятью, следовательно, к ним применима гипотеза фрактального рынка. С этими выводами согласованы и результаты исследования, опубликованные в статье (Симонов, Гарафутдинов, 2019). Также нами в работе (Garafutdinov, Gurova, 2019) опробован подход к формированию оптимальных портфелей из двух активов не по историческим доходностям акций, а по прогнозным, полученным с помощью фрактальных статистических моделей ARFIMA; показано, что характеристики таких портфелей могут быть лучше, нежели при использовании исторических доходностей. В качестве признака для отбора активов в портфель был использован парный коэффициент корреляции их доходностей.

По нашему мнению, метод формирования портфелей на базе прогнозных доходностей активов является перспективным и может стать одним из приложений подхода к прогнозированию финансовых рынков на основе фрактального анализа. В работе (Гарафутдинов, Гурова, 2020) описана методика, расширяющая применение

статистических моделей для поиска оптимального портфеля, согласно которой портфель подвергается периодической реструктуризации по мере поступления новой информации о значениях цен активов. В то же время методология использования фрактального подхода для формирования инвестиционных портфелей должна включать в себя и метод отбора наиболее подходящих активов в портфель. В этой связи интерес вызывает подход, описанный в работах (Бронштейн, Янчушка, 2007; Коноплева, 2015), согласно которому в портфель включаются активы, обладающие наиболее стабильной и предсказуемой динамикой среди прочих, а индикатором стабильности являются фрактальные показатели. Идея использовать фрактальный анализ для выявления трендоустойчивых и предсказуемых активов лежит на поверхности, но ей не уделяется должного внимания. Нами решено опробовать данный подход и убедиться в его жизнеспособности.

Использованные методы

Прежде чем переходить к методике исследования, кратко опишем модель инвестиционного портфеля Г. Марковица. Характеристику этой модели можно найти, например, в работе (Семененко, 2015). Основными числовыми характеристиками доходности актива являются его математическое ожидание и дисперсия. Математическое ожидание характеризует ожидаемую доходность актива и вычис-

ляется по формуле $\mu_r = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_t$, где r_t — доходность актива в момент времени

t , T — общее количество рассматриваемых периодов. Для удобства обозначим ожидаемую доходность актива $r = \mu_r$. Дисперсия характеризует риск, связанный с приобретением данного актива, и является математическим отражением понятия волатильности (изменчивости) доходности актива. На выборках небольшого размера (десятки наблюдений) имеет смысл использовать несмещенную выборочную

дисперсию: $Var_r = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (r_t - \mu_r)^2$.

На практике в качестве меры риска обычно используют стандартное отклонение доходности $\sigma_r = \sqrt{Var_r}$. Обозначим его как $\sigma = \sigma_r$. Сама величина доходности актива

может оцениваться разными способами в зависимости от предпочтений инвестора: например, это может быть дивидендная доходность в случае акций и купонная ставка в случае облигаций. Часто используют доходность от курсовых разниц (так

называемую нетто-доходность), которая вычисляется по формуле $r_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$,

где P_t — цена актива в момент времени t , P_{t-1} — цена актива в предыдущий момент времени. Пусть портфель включает n активов; долю i -го актива обозначим как

w_i , $i = \overline{1, n}$. Тогда ожидаемая доходность портфеля составит $r_p = \sum_{i=1}^n w_i r_i$, где r_i —

ожидаемая доходность i -го актива в портфеле. Риск портфеля можно вычислить

как $\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n R_{i,j} w_i w_j \sigma_i \sigma_j}$, где $R_{i,j}$ — парный коэффициент корреляции

Пирсона между доходностями i -го и j -го активов.

Постановку задачи оптимизации портфеля можно записать следующим образом. Переменными являются доли активов в портфеле $w_i, i = \overline{1, n}$. Целевой функционал: $r_p \rightarrow \max$ в случае максимизации доходности, $\sigma_p \rightarrow \min$ в случае

минимизации риска. Накладываемые ограничения: $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, $r_p \geq r_{min}$ (в случае ввода в модель условия минимального уровня ожидаемой доходности r_{min}), $\sigma_p \leq \sigma_{max}$ (в случае ввода в модель условия максимального уровня риска σ_{max}). Дополнительное ограничение: $w_i \geq 0, i = \overline{1, n}$.

В рамках нашего исследования отбор активов в портфель осуществляется по критерию стабильности их динамики, которым является какая-либо мера фрактальности. К фрактальным показателям временных рядов относятся следующие: показатель Херста H , фрактальная размерность графика ряда D , индекс фрактальности μ . В работе (Кривоносова, Первадчук, Кривоносова, 2014) показано, что эти величины линейно соотносятся между собой. Поэтому видится разумным принять универсальным фрактальным показателем временного ряда величину фрактальной размерности D , вычисляемую теми или иными методами, к которым относятся: метод клеточного покрытия, метод минимального покрытия, R/S-анализ, метод детрендрованного флуктуационного анализа, метод вейвлет-преобразований и др. (Гарафутдинов, 2018). Выбор наиболее подходящего метода для оценки фрактальной размерности может явиться предметом отдельного исследования. В нашем случае было решено использовать три из них: метод клеточного покрытия, метод минимального покрытия и детрендрованный флуктуационный анализ (ДФА). Широко распространенный метод R/S-анализа мы решили не применять, потому что для оценки им фрактального показателя с приемлемой точностью необходимо брать не менее нескольких тысяч наблюдений: так, Е. Федер рекомендует объем выборки 2500 (Feder, 1988), А. В. Зиненко говорит о 5000 (Зиненко, 2012). В нашем же исследовании объемы выборки могут быть ограничены десятками значений. Коротко опишем выбранные методы.

Алгоритм метода клеточного покрытия описан в (Кривоносова, Первадчук, Кривоносова, 2014) и состоит в следующем. Плоскость, содержащая анализируемое изображение объекта (графика временного ряда), покрывается сеткой, которая делит ее на квадратные клетки стороной δ . Подсчитывается количество клеток $N(\delta)$, содержащих в себе хотя бы одну точку изображения. Затем поступательно уменьшается δ и подсчитываются соответствующие значения $N(\delta)$. Величина фрактальной размерности D вычисляется как взятый с противоположным знаком коэффициент при независимой переменной уравнения линейной регрессии $\ln N(\delta) = D \ln \delta + b$, где b — свободный член.

Метод минимального покрытия предложен Н. В. Старченко и описан, например, в статье (Дубовиков, Старченко, 2011). Пусть имеется временной ряд $y(t)$. Пусть процесс характеризуется некоторой функцией $y = f(t)$ на отрезке $[a = t_0 < t_1 < \dots < t_m = b]$, $i = \overline{1, m}$. Отрезок $[a, b]$ разбивается на m сегментов равной

длины $\delta = \frac{b-a}{m} = t_i - t_{i-1}$. Затем график функции покрывается прямоугольниками

с основанием δ таким образом, чтобы это покрытие было минимальным по площади. Тогда высота прямоугольника на отрезке $[t_{i-1}, t_i]$ будет равна амплитуде $A_i(\delta)$, равной разности максимального и минимального значения $f(t)$ на данном

отрезке. Накопленная амплитуда на всем отрезке вычисляется как $V_f(\delta) = \sum_{i=1}^m A_i(\delta)$.

Затем поступательно уменьшается δ и подсчитываются соответствующие значения $V_f(\delta)$. Показатель μ , названный автором индексом фрактальности, вычисляются аналогично клеточной размерности D как взятый с отрицательным знаком коэффициент при независимой переменной в уравнении линейной регрессии

$\ln V_f(\delta) = \mu \ln \delta + b$, где b — свободный член. Стоит заметить, что вектор значений δ может определяться разными способами. Старченко брал степени двойки, т. е. $\delta = 2^k$, $k = 0, M$, где 2^M — величина, не превышающая длину ряда $(b - a)$. Он исследовал ряды, длины которых соответствовали степеням двойки; очевидно, что если длина ряда степеню двойки не является, часть ряда отбрасывается. В. Н. Аптуков, В. Ю. Митин в работе (Аптуков, Митин, 2019) поступили иначе, в их случае $\delta = 2, 10$. Если $(b - a) > \delta m$, часть ряда также отбрасывается.

Метод ДФА описан, например, в работе (Кириченко, Чалая, 2014). Пусть имеется временной ряд $x(t)$. Строится кумулятивный ряд $y(t)$, каждый член которого вычисляется по формуле

$$y_i = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x}),$$

где \bar{x} — среднее значение $x(t)$. Далее ряд $y(t)$ разбивается на N сегментов длиной δ . Для каждого сегмента вычисляется флуктуационная функция

$$F(\delta) = \sqrt{\frac{1}{\delta} \sum_{t=1}^{\delta} (y(t) - Y_m(t))^2},$$

где $Y_m(t)$ — локальный m -полиномиальный тренд в пределах данного сегмента (т. е. значение функции тренда в точке t). Затем N полученных функций $F(\delta)$ усредняются. Значения $\overline{F(\delta)}$ вычисляются для различных значений δ . Показатель Херста H определяется как коэффициент при независимой переменной в уравнении линейной регрессии $\overline{\ln F(\delta)} = H \ln \delta + b$, где b — свободный член.

Можно заметить, что все три метода позволяют вычислить разные фрактальные показатели. Однако, как показано в (Кривоносова, Первадчук, Кривоносова, 2014), величина фрактальной размерности D может быть выражена через H по формуле $D = 2 - H$, а через μ по формуле $D = \mu + 1$.

Как уже было отмечено, размерность D временного ряда может выступать мерой его стабильности, предсказуемости. В зависимости от характера развития случайного процесса временные ряды могут находиться в одном из трех состояний, каждому из которых соответствует определенный диапазон значений $D \in [1; 2]$: 1) тренд, $D \in [1; 1,5)$; 2) случайное блуждание, $D = 1,5$; 3) флэт, $D \in (1,5; 2]$ (Симонов, Гарафутдинов, 2019). При $D \rightarrow 1$ ряд является трендоустойчивым (персистентным): если в текущем периоде показатель увеличивался, с большой долей вероятности он продолжит расти в следующем периоде, и наоборот. Исходя из этого, портфельного инвестора интересуют активы, ценовые ряды которых обладают величиной D , максимально близкой к единице. Отметим, что, по нашему мнению, следует рассматривать именно цены финансовых инструментов, их котировки, а не доходности, потому что ряд доходностей, как правило, стационарен и обладает свойствами флэта, показатель постоянно возвращается к среднему. В то же время долговременная положительная динамика цены, которая и интересует инвестора, хорошо отражена на графике котировок.

Таким образом, задача отбора активов в портфель сводится к тому, чтобы оценить фрактальную размерность ценового ряда каждого из них на некотором временном промежутке, отсортировать активы по возрастанию D и выбрать из полученного списка первые n элементов, где n — количество активов в портфеле. Здесь возникает два нюанса. Во-первых, величина D не характеризует направление тренда в случае его наличия: он может быть как повышательным, так и понижательным, в то время как инвестора интересуют активы с долговременной положительной доходностью. Поэтому из списка инструментов нужно отобрать лишь те, которые соответствуют

этому критерию. Во-вторых, оценки размерности, полученные разными методами, могут существенно различаться, в результате чего в портфель могут попасть разные активы. Поэтому было решено применить три разных метода вычисления размерности и сравнить результаты, полученные при использовании каждого из них.

Данные и методика исследования

В качестве исходных данных было решено взять акции компаний, являющиеся базой расчета индекса МосБиржи¹, исходная выборка составила 38 инструментов. Данные об их месячных (на первое число месяца) ценах за период с 1 января 2000 г. по 1 января 2020 г. были экспортированы с сайта ФИНАМ. Каждый из рядов цен был очищен от пропусков по следующей методике: сначала были найдены участки, состоящие из не менее чем двух пропусков, и последний такой участок ряда, а также все предшествующие ему значения были отброшены; единичные пропуски в оставшемся фрагменте ряда были заполнены методом среднего двух соседних значений. Обозначим очищенный от пропусков ряд цен актива $P = [p_t, p_{t+1}, \dots]$, $t = \overline{1, T}$, где T — общее количество элементов ряда. Чтобы оценить качество портфеля, сформированного из активов с помощью фрактального подхода, и сравнить его с другими портфелями, следует разделить данные на обучающую выборку (фрагмент ряда, по которому будет оцениваться фрактальная размерность) и тестовую выборку (фрагмент ряда, который будет использован для расчета характеристик результирующего портфеля). Пусть P_{train} — обучающая выборка, содержащая значения ряда P на даты до 1 января 2019 г. включительно, а P_{test} — тестовая выборка, содержащая 12 значений ряда P на даты с 1 февраля 2019 г. по 1 января 2020 г. включительно. Далее были вычислены месячные нетто-доходности актива, в результате чего были получены ряды Y_{train}, Y_{test} .

Здесь следует отметить, что финансовые временные ряды могут быть неоднородны, что может стать проблемой при их анализе и привести к некорректности полученных результатов. В частности, акции могут быть подвержены таким операциям, как дробление и объединение, в рядах доходностей эти события отражаются аномально высокими или низкими значениями, т. е. выбросами. Причем важно отличать естественные выбросы, скачки цен, возможные в период кризисных ситуаций, когда котировки ценной бумаги в течение месяца могут резко упасть, от выбросов технических, связанных с изменением конфигурации эмиссии. Чтобы отследить последние, можно изучить историю выпуска акций эмитента на предмет их дробления или объединения, в случае обнаружения которого произвести корректировку ряда цен для обеспечения его однородности. Нами ввиду большого количества рассматриваемых ценных бумаг и высокой трудоемкости этой задачи решено поступить иначе: отсеять те акции, цены которых в течение месяца увеличивались или уменьшались в 5 или более раз, не изучая причины таких скачков. Были проанализированы все значения ряда Y_{train} для каждого из активов, в результате были отброшены инструменты со следующими кодами: AFKS, IRAO, LSRG, PHOR, SBER, SBERP. Кроме того, также из анализа были исключены акции DSKY, FIVE, TCSG, так как история их котировок на начало 2019 г. составляет менее трех лет (в рядах месячных цен P_{train} слишком мало значений для оценки размерности), и HYDR, VTBR по причине их неположительной среднемесячной доходности.

Для оставшихся активов были оценены фрактальные размерности их ценовых рядов P_{train} тремя упомянутыми выше методами. Оценка осуществлялась по всем

¹ URL: <https://www.moex.com/ru/index/IMOEX/constituents> (дата обращения: 17.05.2020).

имеющимся данным (после очистки). С нашей точки зрения, использование всей доступной истории котировок выглядит логичным несмотря на то, что длины истории каждого актива различаются. Известно, что финансовые временные ряды обладают переменной фрактальной структурой и спектром локальных фрактальных размерностей (Дубовиков, Старченко, 2011; Сизов, 2014; Загайнов, 2017). В работе (Гарафутдинов, 2020) предпринята попытка разработать методику определения границ участков ряда с различными размерностями. На текущей стадии исследований фрактального подхода к анализу экономических процессов вопрос об определении таких участков остается открытым. Следовательно, сложно определить, где начинается фрагмент анализируемого ряда P_{train} , обладающий теми же фрактальными свойствами, что и продолжающий его ряд P_{test} . Поэтому будем исходить из предположения, что поведение процесса на тестовом участке его ценового ряда соответствует его поведению на всей длине предыдущего участка.

Вычислительный эксперимент осуществлялся с помощью языков программирования Python 3.7.5 и R 4.0.0, на которых были написаны соответствующие процедуры. Программной реализацией метода клеточного покрытия выступила функция *fd.estim.boxcount()* из библиотеки *fractalDIM* в R с параметрами по умолчанию, за исключением выбора обычной (не вариационной) модификации метода (Pilgrim, Taylor, 2018). Для метода минимального покрытия была написана пользовательская функция на Python, при этом были реализованы оба способа формирования вектора δ : назовем их подходом Старченко и подходом Аптукова, Митина. Для метода ДФА была использована функция *dfa()* из библиотеки *nolds* на Python с параметрами по умолчанию (в качестве модели тренда взят полином первого порядка). Согласно документации к функции *dfa()*¹, ее возвращаемым значением является оценка показателя Херста (обозначенная α), для нестационарных рядов увеличенная на единицу. Ввиду того, что финансовые ряды нестационарны, для каждого ряда функция вернула значение >1 , поэтому величина размерности была вычислена как $D = 2 - (\alpha - 1)$.

Полученные оценки размерности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Оценки размерностей ценовых рядов активов, полученные различными методами

Код акции	Эмпирически оцененная величина размерности D_E			
	Метод клеточного покрытия (1)	Метод минимального покрытия, подход Старченко (2)	Метод минимального покрытия, подход Аптукова, Митина (3)	Метод ДФА (4)
AFLT	1,26303	1,24834	1,51786	1,31167
ALRS	1,26303	1,23640	1,40099	1,26402
CBOM	1,39232	1,05309	1,21431	1,53519
CHMF	1,22239	1,26685	1,54900	1,37177
FEES	1,54057	1,22468	1,47257	1,54530
GAZP	1,64386	1,28068	1,45063	1,54721
GMKN	1,29546	1,27668	1,46941	1,38026
LKOH	1,35364	1,18106	1,43272	1,51388
MAGN	1,40210	1,26878	1,59039	1,32600
MGNT	1,16993	1,19637	1,34781	1,42928

¹ URL: <https://cschoel.github.io/nolds/nolds.html> (дата обращения: 17.05.2020).

Окончание табл. 1

Код акции	Эмпирически оцененная величина размерности D_E			
	Метод клеточного покрытия (1)	Метод минимального покрытия, подход Старченко (2)	Метод минимального покрытия, подход Аптукова, Митина (3)	Метод ДФА (4)
MOEX	1,22239	1,24980	1,32382	1,40414
MTSS	1,54432	1,35919	1,57874	1,46050
NLMK	1,30256	1,30140	1,56103	1,35061
NVTK	1,51457	1,16776	1,38034	1,40954
PIKK	1,32193	1,11709	1,20626	1,19319
PLZL	1,28951	1,16570	1,51092	1,40399
POLY	1,45943	1,21537	1,31028	1,46769
ROSN	1,29546	1,27298	1,56591	1,60037
RTKM	1,26303	1,29709	1,41476	1,44030
RUAL	1,32193	1,25488	1,53008	1,50728
SNGS	1,47393	1,37325	1,45840	1,60397
SNGSP	1,64386	1,27742	1,44362	1,40352
TATN	1,18442	1,11793	1,46501	1,49973
TATNP	1,24101	1,10200	1,49178	1,43486
TRNFP	1,22239	1,24433	1,40489	1,52186
UPRO	1,49476	1,35318	1,50683	1,43735
YNDX	1,63743	1,14743	1,34065	1,55387

Источник: составлено авторами.

Можно заметить, что оценки фрактальных размерностей D_E , полученные разными методами, отличаются. В табл. 2 представлены величины парных коэффициентов корреляции между рядами значений D_E . Номера методов соответствуют числам в скобках, указанным в названии методов в табл. 1.

Таблица 2

Корреляционная матрица значений оценок размерности, вычисленных разными алгоритмами

	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 4
Метод 1	—	0,22	–0,02	0,32*
Метод 2		—	0,57***	0,07
Метод 3			—	0,07
Метод 4				—

Источник: составлено авторами.

Примечание. В таблице использованы следующие обозначения: «***» — коэффициент корреляции является статистически значимым на уровне значимости 1%; «*» — коэффициент корреляции значим на уровне 10%; отсутствие звездочек говорит об отсутствии статистически значимой (на уровне не более 10%) взаимосвязи.

Следует отметить, что оценки размерностей, полученными разными методами, почти не коррелируют друг с другом. Достаточно сильная значимая положительная взаимосвязь обнаружена только между рядами, вычисленными разными модификациями метода минимального покрытия. Более слабую и менее значимую связь

показали методы клеточного покрытия и ДФА. Эти результаты подтверждают тезис о том, что разные методы оценки фрактальных показателей генерируют разные результаты, и необходимо провести масштабный анализ и сравнение различных методов, определить условия их применимости.

При формировании инвестиционных портфелей в их состав было включено по 4 актива. Оптимизация осуществлялась по двум критериям: 1) максимальная доходность; 2) минимальный риск. Ограничений на величины доходности и риска введено не было, в результате чего при максимизации доходности алгоритм зачастую включал в состав портфеля только один актив, обладающий наибольшей доходностью. Поэтому мы наложили ограничения на структуру портфеля: доля каждого актива должна составлять не менее 10%. Гипотезу исследования было решено проверять путем сравнения характеристик портфелей двух классов: сформированных из активов с наименьшей размерностью, т. е. обладающих наиболее стабильной динамикой цен, и сформированных из активов с наибольшей размерностью, т. е. менее предсказуемых. В соответствии с данной гипотезой, портфели первого класса должны обладать лучшими характеристиками, чем портфели второго. Все эти портфели формируются из активов, отобранных по размерностям, вычисленным различными методами.

Также для сравнения было решено сформировать портфели из активов, отобранных по более традиционному, чем величина фрактальной размерности, критерию: величине взаимной парной корреляции. Для этого были вычислены коэффициенты корреляции рядов Y_{train} всех возможных пар активов из рассматриваемых (т. к. длина ряда актива 1 могла не совпадать с длиной ряда актива 2, для вычисления корреляции более длинный ряд обрезался) и найдена такая четверка активов, абсолютные значения взаимных корреляций которых в сумме минимальны. Этими активами оказались обыкновенные акции следующих компаний: 1) ALRS (алмазодобывающая компания ПАО «АЛРОСА»); 2) FEES (энергетическая компания ПАО «ФСК ЕЭС»); 3) MTSS (телекоммуникационная компания ПАО «Мобильные ТелеСистемы»); 4) SNGS (нефтяная компания ПАО «Сургутнефтегаз»). Портфель из этих акций получился диверсифицированным не только по формальному критерию — коэффициенту корреляции, но и по смысловому наполнению: указанные компании относятся к разным отраслям экономики. На рис. 1 представлены графики цен отобранных активов.

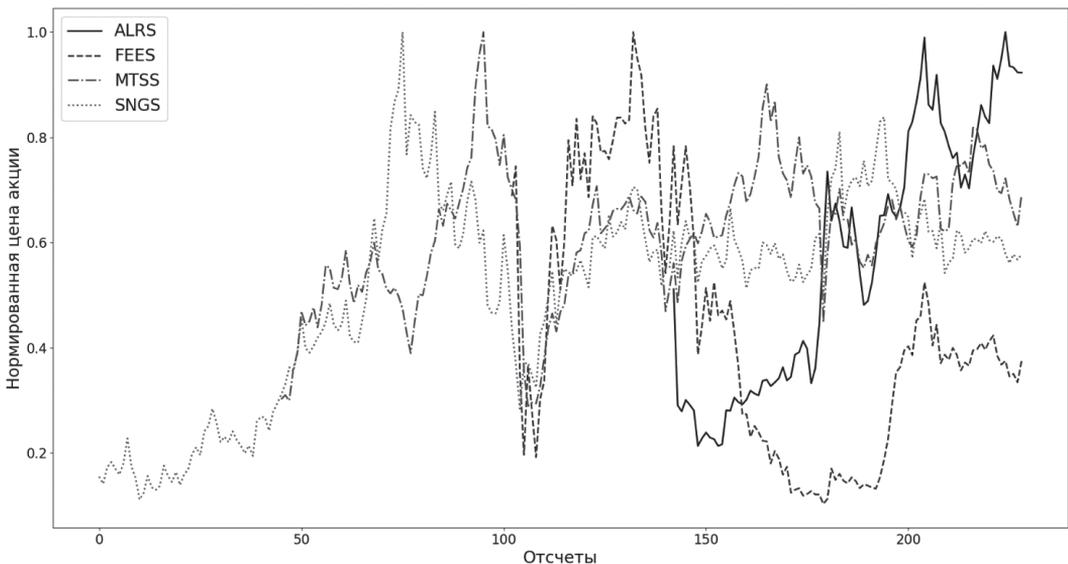


Рис. 1. Графики котировок акций, вошедших в диверсифицированный портфель. Количество отсчетов — 229, что соответствует периоду с января 2000 г. по январь 2019 г.

Из рис. 1 видно, что цены всех акций, за исключением FEES, имеют тенденцию к росту. Учитывая низкую взаимосвязь между ними, можно предположить, что портфель из таких активов будет обладать неплохими характеристиками. В то же время графики сильно изрезаны, что свидетельствует о высоких величинах их фрактальных размерностей. Следует отметить, что визуально точную величину размерности графика, как и, например, факт стационарности процесса, установить сложно, для этого используются рассчитанные аналитически показатели. В соответствии с оценками их размерностей разными методами, анализируемые ряды не обладают ярко выраженной антиперсистентностью, а следовательно, динамика процессов должна быть стабильной.

Результаты и обсуждение

В табл. 3 приведены результаты формирования оптимальных портфелей из различных активов, отобранных по величине оценки размерности.

Таблица 3

Характеристики портфелей, сформированными разными способами

	Максимизация доходности	Минимизация риска
1. Метод клеточного покрытия		
Активы с наименьшей размерностью: MGNT, TATN, MOEX, CHMF	Доли = [10%, 70%, 10%, 10%] Доходность = -0,00282 Риск = 0,03156	Доли = [23%, 41%, 26%, 10%] Доходность = -0,00034 Риск = 0,02727
Активы с наибольшей размерностью: MTSS, YNDX, GAZP, SNGSP	Доли = [10%, 70%, 10%, 10%] Доходность = 0,02252 Риск = 0,05818	Доли = [10%, 10%, 57%, 23%] Доходность = 0,02248 Риск = 0,06869
2. Метод ДФА		
Активы с наименьшей размерностью: PIKK, ALRS, AFLT, MAGN	Доли = [70%, 10%, 10%, 10%] Доходность = 0,01265 Риск = 0,04582	Доли = [45%, 23%, 19%, 13%] Доходность = 0,00582 Риск = 0,0347
Активы с наибольшей размерностью: GAZP, YNDX, ROSN, SNGS	Доли = [10%, 70%, 10%, 10%] Доходность = 0,02728 Риск = 0,05618	Доли = [54%, 10%, 10%, 26%] Доходность = 0,03478 Риск = 0,06891
3. Метод минимального покрытия (подход Старченко)		
Активы с наименьшей размерностью: СВОМ, TATNP, PIKK, TATN	Доли = [10%, 70%, 10%, 10%] Доходность = 0,01711 Риск = 0,04711	Доли = [67%, 10%, 13%, 10%] Доходность = 0,00861 Риск = 0,02051
Активы с наибольшей размерностью: NLMK, UPRO, MTSS, SNGS	Доли = [70%, 10%, 10%, 10%] Доходность = 0,00334 Риск = 0,04273	Доли = [10%, 10%, 41%, 39%] Доходность = 0,02753 Риск = 0,05146
4. Метод минимального покрытия (подход Аптукова, Митина)		
Активы с наименьшей размерностью: PIKK, СВОМ, POLY, MOEX	Доли = [70%, 10%, 10%, 10%] Доходность = 0,01953 Риск = 0,03999	Доли = [11%, 66%, 13%, 10%] Доходность = 0,01254 Риск = 0,02015
Активы с наибольшей размерностью: NLMK, ROSN, MTSS, MAGN	Доли = [39%, 10%, 10%, 41%] Доходность = 0,0028 Риск = 0,04379	Доли = [10%, 35%, 45%, 10%] Доходность = 0,01359 Риск = 0,02711
5. Выбор активов по наименьшей сумме абсолютных парных корреляций		
Активы: ALRS, FEES, MTSS, SNGS	Доли = [70%, 10%, 10%, 10%] Доходность = -0,00168 Риск = 0,04474	Доли = [25%, 10%, 33%, 32%] Доходность = 0,02082 Риск = 0,05288

Источник: составлено авторами.

Предположение о том, что использование разных методов оценки размерности приведет к отбору различных активов в портфели, подтвердилось. Имеет смысл сравнить полученные портфели, чтобы судить о состоятельности гипотезы исследования. Согласно ей, портфель из активов с наименьшей размерностью («лучший») обладает большей доходностью и меньшим риском, чем портфель из активов с наибольшей размерностью («худший»), при прочих равных (одинаковых методах оценки размерности).

При максимизации доходности средняя месячная доходность «лучшего» портфеля превысила таковую «худшего» портфеля лишь в двух случаях из четырех — для обеих модификаций метода минимального покрытия. Месячный риск «лучшего» портфеля оказался ниже в трех случаях из четырех — во всех, кроме метода минимального покрытия (подход Старченко). При минимизации риска доходность «лучшего» портфеля не приняла более высокое значение ни в одном из случаев. При этом риск «лучшего» портфеля оказался ниже в каждом случае, причем в трех случаях из четырех — в два и более раз.

Сравним показатели «фрактальных» портфелей с характеристиками диверсифицированных портфелей. При максимизации доходности средняя месячная доходность диверсифицированного портфеля явилась отрицательной и превысила таковую лишь «лучшего» портфеля, сформированного с применением клеточного метода, риск оказался выше риска «лучших» портфелей в 50% случаев, выше риска «худших» — также в 50% случаев. При минимизации риска доходность диверсифицированного портфеля превысила доходность всех «лучших» портфелей и только одного из «худших», риск оказался выше риска всех «лучших» и двух из четырех «худших».

Можно сказать, что «лучшие» портфели не продемонстрировали уверенного увеличения доходности в сравнении с «худшими» в каждом случае, чего нельзя сказать о риске — стандартное отклонение «лучших портфелей» оказалось существенно ниже в большинстве случаев, как при максимизации доходности, так и при минимизации риска. Это позволяет сделать вывод о том, что величина фрактальной размерности способна выполнять свои функции предиктора стабильности динамики активов и формировать низкорисковые портфели. Диверсифицированные портфели, содержащие активы, ценовая динамика которых визуальнo казалась обладающей восходящим трендом, т. е. такие, какие мог бы интуитивно сформировать инвестор, продемонстрировали практически нулевую доходность при ее максимизации, что хуже почти всех «фрактальных» портфелей, и риск выше, чем риск «лучших» портфелей, при его минимизации. Это свидетельствует о том, что величина взаимной скоррелированности в совокупности с диверсификацией активов по отраслям экономики являются худшим критерием отбора активов в портфель, чем фрактальная размерность.

Наиболее согласованные с гипотезой результаты получены с применением метода минимального покрытия (подход Аптукова, Митина). Рассмотрим ценовые графики «лучших» и «худших» активов, отобранных с помощью этого метода, которые представлены на рис. 2.

Наиболее сглаженными графиками обладают активы РИКК и СВМ, о невысокой величине их размерности можно судить посредством визуального анализа. О размерности двух других «лучших» активов столь однозначных выводов сделать нельзя, их сложно отличить от графиков «худших». При этом можно заметить, что графики неоднородны на всей своей длине, более изрезанные участки сменяются более сглаженными. Этот факт подтверждает переменную фрактальную структуру финансовых рядов и наличие у них множественных

локальных размерностей. В целом визуальный анализ графиков позволяет сделать вывод, что метод минимального покрытия (подход Аптукова, Митина) достаточно корректно оценивает величину фрактальной размерности финансовых рядов.

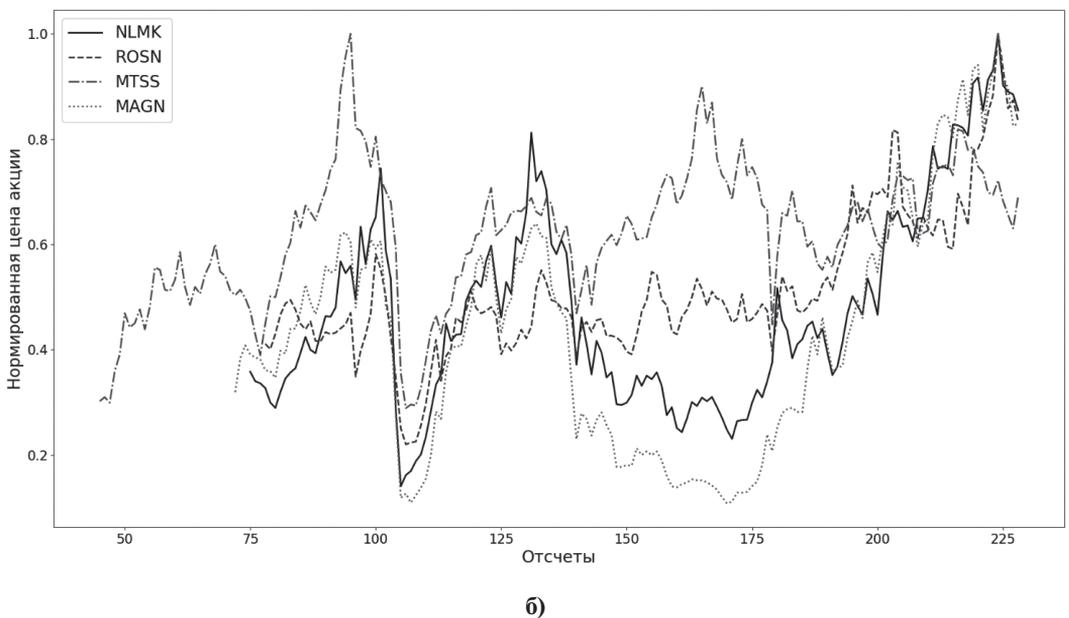
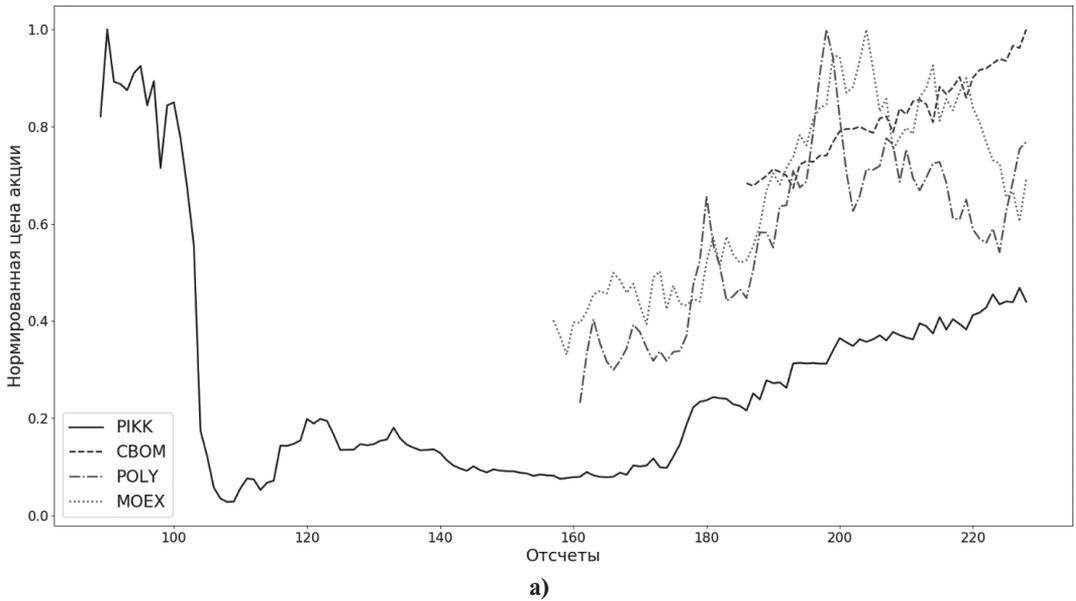


Рис. 2. Графики котировок акций с размерностями, оцененными методом минимального покрытия (подход Аптукова, Митина): а) наименьшими; б) наибольшими

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы. Основная гипотеза, согласно которой портфель, сформированный из активов, чьи ценовые ряды характеризуются фрактальной размерностью малой величины, обладает лучшими характеристиками, чем противоположный ему портфель из активов с большой размерностью, не отвергается. Размерность рядов котировок

активов может служить более надежным критерием их отбора в портфель, чем величина взаимной скоррелированности и диверсифицированность по отраслям экономики. В то же время в большей степени это относится к риску, а не к доходности портфеля, т. е. фрактальная размерность активов может служить, в первую очередь, предиктором стабильности их динамики, низкой волатильности, а не сохранения тенденции. Действительно, сама по себе фрактальная размерность ряда не может служить точным индикатором будущего поведения ряда. Однако персистентные ряды, характеризующиеся низкой размерностью, гипотетически могут быть эффективно спрогнозированы с использованием статистических моделей, что возвращает нас к идее, изложенной в работе (Garafutdinov, Gurova, 2019). Объединение методик решения задачи отбора активов в портфель на основе размерности и задачи поиска оптимальной структуры портфеля на базе прогнозных доходностей могут сформировать новый подход к формированию инвестиционных портфелей с применением фрактального анализа. Этот момент требует дальнейших исследований.

Различные методы оценки фрактальных характеристик (размерности, показателя Херста) финансовых рядов позволяют получать далеко не всегда согласованные между собой результаты. Это обостряет проблему выбора метода фрактального анализа, подходящего для тех или иных данных и целей исследования. Результаты, полученные авторами в работах (Бронштейн, Янчушка, 2007; Коноплева, 2015), могли быть иными, если бы ими были использованы другие методы оценки фрактальных параметров. В то же время процедуры выбора метода авторами проведено не было.

Ценовые ряды финансовых инструментов обладают переменной фрактальной структурой и спектром локальных фрактальных размерностей. Это свидетельствует о необходимости разработки метода выявления границ участков рядов постоянной структуры, что позволило бы определять для каждого актива, на каком участке мы находимся в текущий момент времени, какова его размерность и каков инвестиционный горизонт оптимального портфеля, который можно сформировать на базе активов с этими размерностями, т. е. в течение какого промежутка времени их динамика будет оставаться стабильной и портфель будет приносить доход, не требуя реструктуризации.

Заключение

Проведенный вычислительный эксперимент показал, что гипотеза об использовании величины фрактальной размерности ценовых рядов активов как предиктора их стабильности и критерия, по которому активы могут быть отобраны в инвестиционный портфель, является жизнеспособной. Сформированные из активов с наименьшей размерностью портфели показали меньшую величину риска, чем портфели из активов с наибольшей размерностью и портфели, диверсифицированные по отраслям экономики. Дальнейшими направлениями исследований могут являться следующие: 1) исследование эффективности применения статистических моделей для прогнозирования ценовой динамики активов с низкой величиной фрактальной размерности для формирования портфелей; 2) сравнение различных методов оценки фрактальных характеристик финансовых рядов, выявление их ограничений и условий применимости; 3) разработка метода определения границ участков рядов различной фрактальной размерности и его апробация в решении задачи формирования портфелей.

Источники

Антуков В. Н., Митин В. Ю. Фрактальный анализ метеорологических рядов с помощью метода минимального покрытия // Географический вестник = Geographical bulletin. 2019. № 2(49). С. 67–79.

Бронштейн Е. М., Янчушка З. И. Фрактальный подход к формированию портфелей ценных бумаг // Финансы и кредит. 2007. № 12(252). С. 26–29.

Гарафутдинов Р. В. К задаче классификации участков финансовых временных рядов различной фрактальной размерности // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: Сборник научных трудов по материалам XVII Международной научно-практической конференции 24–25 апреля 2020 г. Тольятти, 2020. С. 226–230.

Гарафутдинов Р. В. Обзор методов оценивания фрактальных характеристик финансовых временных рядов // Аналитические и численные методы моделирования естественно-научных и социальных проблем: Сборник научных трудов по материалам XIII Международной научно-технической конференции 4–6 декабря 2018 г. Пенза, 2018. С. 97–103.

Гарафутдинов Р. В., Гурова Е. П. Методика формирования инвестиционного портфеля Марковица на базе прогнозных доходностей с ребалансировкой // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: Сборник научных трудов по материалам XVII Международной научно-практической конференции 24–25 апреля 2020 г. Тольятти, 2020. С. 230–233.

Демин А. В., Витяев Е. Е. Финансовые временные ряды: прогнозирование и распознавание нарушений динамики // ЗНАНИЯ — ОНТОЛОГИИ — ТЕОРИИ (ЗОНТ–09): Сборник научных трудов по материалам Всероссийской конференции с международным участием 22–24 октября 2009 г. Новосибирск, 2009. С. 79–86.

Дмитриев Н. Д., Тихонова М. В. Формирование инвестиционного портфеля // Стратегии бизнеса. 2019. № 5(61). С. 17–20.

Дубовиков М. М., Старченко Н. В. Эконофизика и фрактальный анализ финансовых временных рядов // Успехи физических наук. 2011. № 7. С. 779–786.

Загайнов А. И. Исследование изменения фрактальности хаотических процессов на рынках капитала // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2017. № 4. С. 39–43.

Зиненко А. В. R/S анализ на фондовом рынке // Бизнес-информатика. 2012. № 3(21). С. 24–30.

Кириченко Л. О., Чалая Л. Э. Комплексный подход к исследованию фрактальных временных рядов // International Journal «Information Technologies & Knowledge». 2014. № 1. С. 22–28.

Коноплева Ю. А. Методика моделирования инвестиционного портфеля с учетом особенностей регионального рынка ценных бумаг // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. № 6(40). URL: <http://uecs.ru/uecs-78-782015/item/3605-2015-06-25-08-41-16> (дата обращения: 17.05.2020).

Косарева Е. А. Построение портфеля Шарпа для пары активов в условиях гипотезы фрактального рынка // Современная экономика: проблемы и решения. 2019. № 6(114). С. 44–54. DOI: 10.17308/meps.2019.6/2134.

Кривоносова Е. К., Первадчук В. П., Кривоносова Е. А. Сравнение фрактальных характеристик временных рядов экономических показателей // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://www.science-education.ru/pdf/2014/6/701.pdf> (дата обращения: 17.05.2020).

Мансуров А. К. Прогнозирование валютных кризисов с помощью методов фрактального анализа // Проблемы прогнозирования. 2008. № 1. С. 145–158.

Семенов М. Г. Модель Марковица: математические аспекты и компьютерная реализация // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2015. № 11. С. 306–309.

Сизов А. А. Временные ряды с переменной структурой // Естественные и технические науки. 2014. № 2. С. 233–234.

Симонов П. М., Гарафутдинов Р. В. Моделирование и прогнозирование динамики курсов финансовых инструментов с применением эконометрических моделей и фрактального анализа // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2019. Том 14. № 2. С. 268–288.

Feder J. Fractals. Plenum Press, 1988.

Garafutdinov R., Gurova E. The formation of investment portfolios based on forecasted income with the use of fractal models // Mathematical Modeling. 2019. N 3. P. 86–88.

Markowitz H. Portfolio Selection // Journal of Finance. 1952. N 7. P. 77–91.

Pilgrim I., Taylor R. Fractal Analysis of Time-Series Data Sets: Methods and Challenges. Fractal Analysis // InTech. 2018. Chapter 2.

References

- Aptukov V. N., Mitin V. Yu. Fraktal'nyi analiz meteorologicheskikh ryadov s pomoshch'yu metoda minimal'nogo pokrytiia [Fractal analysis of meteorological series based on the minimal covering method]. *Geograficheskij vestnik [Geographical Bulletin]*, 2019, N 2(49), pp. 67–79. (In Russian)
- Bronshhtejn E. M., Janchushka Z. I. Fraktal'nyj podhod k formirovaniyu portfeljev cennyh bumag [Fractal approach to securities portfolio formation]. *Finansy i kredit [Finance and Credit]*, 2007, N 12(252), pp. 26–29. (In Russian)
- Demin A. V., Vitjaev E. E. Finansovyje vremennye rjady: prognozirovanije i raspoznivanije narushenij dinamiki [Financial time series: forecasting and recognition of dynamic disturbances] // *ZNANIJA — ONTOLOGII — TEORII (ZONT—09): Sbornik nauchnyh trudov po materialam Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Proceedings of the All-Russian Conference with international participation “KNOWLEDGE — ONTOLOGIES — THEORIES”]*. Novosibirsk, 2009, pp. 79–86. (In Russian)
- Dmitriev N. D., Tihonova M. V. Formirovanie investicionnogo portfelja [Investment portfolio formation]. *Strategii biznesa [Business Strategies]*, 2019, N 5(61), pp. 17–20 (In Russian).
- Dubovikov M. M., Starchenko N. V. Ekonomizika i fraktal'nyi analiz finansovykh vremennykh ryadov [Economics and fractal analysis of financial time series]. *Uspekhi fizicheskikh nauk [Advances in Physical Sciences]*, 2011, vol. 181, N 7, pp. 779–786. (In Russian)
- Feder J. *Fractals*. Plenum Press, 1988.
- Garafutdinov R. V. K zadache klassifikacii uchastkov finansovykh vremennykh ryadov razlichnoi fraktal'noi razmernosti [To the task of classification of sections of financial time series of various fractal dimensions] // *Tatishhevskie chtenija: aktual'nye problemy nauki i praktiki: Sbornik nauchnyh trudov po materialam XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii [Proceedings of the 17th International Scientific and Practical Conference “Tatischev Readings: Actual Problems of Science and Practice”]*. Togliatti, 2020, pp. 226–230. (In Russian)
- Garafutdinov R. V. Obzor metodov otsenivaniia fraktal'nykh kharakteristik finansovykh vremennykh ryadov [Overview of methods for estimating the fractal characteristics of financial time series] // *Analiticheskie i chislennye metody modelirovaniia estestvenno-nauchnyh i social'nyh problem: Sbornik nauchnyh trudov po materialam XIII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii [Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference “Analytical and Numerical Methods for Modeling Natural Science and Social Problems”]*. Penza, 2018, pp. 97–103. (In Russian)
- Garafutdinov R. V., Gurova Ye. P. Metodika formirovaniia investicionnogo portfelja Markovica na baze prognoznyh dohodnostej s rebalansirovkoj [Methodology of Markowitz investment portfolio formation based on forecast returns with rebalancing] // *Tatishhevskie chtenija: aktual'nye problemy nauki i praktiki: Sbornik nauchnyh trudov po materialam XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii [Proceedings of the 17th International Scientific and Practical Conference “Tatischev Readings: Actual Problems of Science and Practice”]*. Togliatti, 2020, pp. 230–233. (In Russian)
- Garafutdinov R., Gurova E. The formation of investment portfolios based on forecasted income with the use of fractal models. *Mathematical Modeling*, 2019, N 3, pp. 86–88.
- Kirichenko L. O., Chalaja L. Je. Kompleksnyj podhod k issledovaniju fraktal'nyh vremennykh rjadov [An integrated approach to the study of fractal time series]. *International Journal “Information Technologies & Knowledge”*, 2014, N 1, pp. 22–28. (In Russian)
- Konopleva Ju. A. Metodika modelirovaniia investicionnogo portfelja s uchedom osobennostej regional'nogo rynka cennyh bumag [Methods of investment portfolio modeling taking into account peculiarities of regional securities market]. *Upravlenie jekonomicheskimi sistemami: jelektronnyj nauchnyj zhurnal [Management of Economic Systems: Scientific Electronic Journal]*, 2015, N 6(40). Available at: <http://uecs.ru/uecs-78-782015/item/3605-2015-06-25-08-41-16> (accessed: 17.05.2020). (In Russian)
- Kosareva Ye. A. Postroenie portfelja Sharpa dlja pary aktivov v uslovijah gipotezy fraktal'nogo rynka [Application of a Sharp portfolio for a couple of assets in the conditions of the Fractal Market Hypothesis]. *Sovremennaja jekonomika: problemy i reshenija [Modern Economics: Problems and Solutions]*, 2019, N 6(114), pp. 44–54. (In Russian)
- Krivososova Ye. K., Pervachuk V. P., Krivososova Ye. A. Sravnenie fraktal'nykh kharakteristik vremennykh ryadov ekonomicheskikh pokazatelej [Comparison of the fractal characteristics of economic indicators time series]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia (elektronnyj nauchnyj zhurnal) [Modern Problems of Science and Education (scientific journal)]*, 2014, N 6. Available at: <https://www.science-education.ru/pdf/2014/6/701.pdf> (accessed 17.05.2020). (In Russian)
- Mansurov A. K. Prognozirovanije valyutnykh krizisov s pomoshch'yu metodov fraktal'nogo analiza [Forecasting currency crises by fractal analysis techniques]. *Problemy prognozirovaniia [Forecasting Problems]*, 2008, N 1(106), pp. 145–158. (In Russian).
- Markowitz H. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 1952, N 7, pp. 77–91.
- Pilgrim I., Taylor R. *Fractal Analysis of Time-Series Data Sets: Methods and Challenges. Fractal Analysis*. InTech, 2018, chapter 2.
- Semenenko M. G. Model' Markovica: matematicheskie aspekty i komp'juternaja realizacija [Markowitz model: mathematical aspects and computer implementation]. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie [Modern Information Technologies and IT-Education]*, 2015, N 11, pp. 306–309. (In Russian)

Simonov P. M., Garafutdinov R. V. Modelirovanie i prognozirovanie dinamiki kursov finansovykh instrumentov s primeneniem ekonometricheskikh modelei i fraktal'nogo analiza [Modeling and forecasting of financial instruments dynamics using econometrics models and fractal analysis]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ser. "Jekonomika"* [*Perm University Herald. Economy*], 2019, vol. 14, N 2, pp. 268–288. (In Russian)

Sizov A. A. Vremennye rjady s peremennoj strukturoj [Time series with variable structure]. *Estestvennye i tehniczeskie nauki* [*Natural and technical sciences*], 2014, N 2, pp. 233–234. (In Russian)

Zagajnov A. I. Issledovanie izmenenija fraktal'nosti haoticheskikh processov na rynkah kapitala [Investigation of the Change in the Fractality of Chaotic Processes in the Capital Markets]. *Intellektual'nye tehnologii na transporte* [*Intellectual Technologies on Transport*], 2017, N 4, pp. 39–43. (In Russian)

Zinenko A. V. R/S analiz na fondovom rynke [R/S analysis of stock market]. *Biznes-informatika* [*Business Informatics*], 2012, N 3(21), pp. 24–30. (In Russian)

РЫНОК ТОВАРОВ И УСЛУГ

М. Э. Дмитриев

докт. экон. наук, президент Хозяйственного партнерства «Новый экономический рост»

А. Ю. Зимоха

канд. геогр. наук, руководитель группы проектов Хозяйственного партнерства «Новый экономический рост»

Л. Д. Попович

канд. биол. наук, директор Института экономики здравоохранения Национального исследовательского университета — «Высшая школа экономики»

ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ОТВЕТСТВЕННОГО САМОЛЕЧЕНИЯ В РОССИИ

Оценка текущей ситуации в сфере самолечения

Существующие социологические опросы показывают, что самолечение, предполагающее самостоятельный выбор тактики борьбы с нарушением здоровья без обращения к специалистам, широко распространено в России в отношении некоторых заболеваний. По данным опроса ВЦИОМ за 2019 г., 81% россиян и 87% москвичей высказали мнение, что здоровье — это их личная ответственность. 92% россиян самостоятельно лечатся от насморка, 90% — от головной боли, 86% — от изжоги, 83% — от кашля, 76% — от высокой температуры, 70% — от нарушений пищеварения, 55% — от болей в спине. Опрос портала «Здоровье Mail.ru» 2019 г. показал, что порядка 60% россиян предпочитают не посещать врачей, когда заболевают, и сами подбирают себе лекарства.

При этом из-за недостаточной квалификации граждан в вопросах своего здоровья зачастую выбор способов и средств для самостоятельного устранения симптомов недомогания часто оказывается не адекватен имеющимся заболеваниям и может вызывать непредсказуемые последствия. Так, например, в 2015 г. в СМИ проходила информация о том, что ежегодно от неправильного употребления фармацевтических препаратов умирает 60 тыс. чел. Согласно уже упоминавшемуся опросу портала «Здоровье Mail.ru», 31% опрошенных хотя бы раз обращались к знахарям и целителям, среди россиян пользуются популярностью фитотерапия, гомеопатические средства и различные медицинские изделия.

При этом опасность представляют ситуации, когда люди могут игнорировать кажущиеся им незначительными симптомы, которые впоследствии способны спровоцировать серьезные заболевания, в том числе приводящие к потере трудоспособности. При принятии решений часто используется недостоверная информация из интернета либо рекомендации родственников, знакомых и друзей, которые, не имея необходимых знаний, могут вредить своими советами.

Согласно опросу агентства «Москва», проведенного в конце 2019 г., самолечением занимается в той или иной степени 79% москвичей, при этом 41% опрошенных признались, что знают о качестве лекарств недостаточно, и еще 41% заявили, что хотели бы лучше разбираться в этом вопросе.

Социологическое исследование СЕДОЖ, проведенное в МГУ, показало, что лишь 34,9% респондентов при плохом самочувствии обращаются к врачу и выполняют его назначения. Более 63% населения предпочитают лечиться самостоятельно,

обращаясь за советом к знакомым, пытаюсь найти информацию в интернете или просто пассивно ожидая, когда болезнь пройдет сама (Антонов, Карпова, Ляликова и др., 2020).

Безусловно, такая ситуация требует изменения. Представляется очевидной необходимость создания информационной экосистемы, которая позволяла бы жителям страны принимать более правильные решения относительно заботы о собственном здоровье, разграничивать ситуации, где самолечение целесообразно или нет, и выбирать наиболее эффективные и безопасные способы лечения заболеваний, в случаях, когда пациент может купировать симптомы без вреда для своего здоровья. Данная информационная экосистема должна поставлять адекватный и доказательный информационный контент и обеспечивать оптимальные каналы доведения информации, которые бы фреймировали поведение людей с учетом специфики конкретных целевых аудиторий.

Основные методы распространения медицинской информации известны и включают в себя:

- разъяснение специалистами во время первичных обращений алгоритма действий пациента при рецидивных заболеваниях, что влечет за собой отсутствие необходимости вновь приходить на прием при возникновении аналогичных симптомов;
- распространение памяток с алгоритмами профилактики и лечения заболеваний, размещение информационных стендов в медицинских учреждениях;
- консультирование пациентов фармацевтами по безрецептурным препаратам, разрешенное Федеральным законом «Об охране здоровья» от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ;
- использование цифровых технологий для повышения медицинской грамотности населения в соответствии с рекомендациями ВОЗ, в том числе создание специальных интернет-ресурсов с необходимыми информационными базами;
- коллективное консультирование врачом специалистом или средним медицинским персоналом групп пациентов с однотипными диагнозами;
- телемедицинское сопровождение пациентов, включая дистанционное наблюдение, получение рекомендаций в случае осложнений и других проблем, возникающих у пациентов в ходе самостоятельного лечения;
- распространение знаний, необходимых для успешного самолечения, через СМИ, в том числе специализирующиеся на проблемах здоровья и ЗОЖ.

При этом представляется крайне важным информационное таргетирование, т. е. адресное доведение информации непосредственно до целевых групп пациентов с учетом их медицинских рисков, возрастной и социальной специфики, а также оптимальных для них каналов и форматов получения информации. Например, применение интернет-каналов и специальных мобильных приложений для распространения медицинской информации может иметь большее значение для молодежи, но будет менее эффективным для пожилых возрастов. Также при привлечении лидеров общественного мнения важно учитывать, на какие именно целевые группы распространяется их авторитет и влияние.

В конечном итоге, информационная экосистема должна мотивировать людей к активной заботе о собственном здоровье, направленной на профилактику развития заболеваний и их рецидивов.

Насколько возможно, информационная экосистема должна обеспечивать передачу информации пациентам непосредственно от специалистов-медиков, однако на практике увеличивать количество врачебных консультаций не всегда

представляется возможным. Система здравоохранения в России, как и во многих других странах, сталкивается с нехваткой кадров и ресурсов в целом. По данным Министерства здравоохранения РФ, в России предусмотрено 865 тыс. штатных врачебных ставок, занято из них 725 тыс. Однако численность физических лиц, занимающих эти ставки, составляет лишь 551 тыс. человек. Таким образом, даже с учетом совмещения, дефицит врачей в российских медицинских учреждениях составляет 17%, а если учитывать реальное число физических лиц, то дефицит превышает треть от имеющихся ставок. При этом в сельских регионах нехватка врачей представляет еще более острую проблему. Как результат, получение медицинской помощи часто оказывается сопряжено с длительным периодом ожидания, а зачастую просто представляется невозможным из-за отсутствия нужного специалиста в регионе проживания гражданина. При этом многие россияне считают, что существующие нормативы времени приема врачом в поликлинике недостаточны для того, чтобы врач смог разобраться в особенностях каждого случая, предложить качественное решение проблемы пациента и дать понятные инструкции о действиях, которые пациенту необходимо выполнять в промежутках между посещениями врача. Из-за дефицита кадров врачи амбулаторного звена в государственных учреждениях действительно сильно перегружены и не могут уделять пациентам слишком много времени.

Проблема приобрела особую остроту в период ограничений, связанных с распространением коронавируса, когда врачи разных специальностей были отобилизованы на борьбу с инфекцией. Задержки в оказании медицинской помощи из-за ограниченного доступа пациентов к медицинским работникам могли приводить к росту числа осложнений, развитию опасных заболеваний и увеличению летальных исходов.

При этом нужно понимать, что проблему дефицита кадров в системе здравоохранения, даже после окончания эпидемии, вряд ли удастся устранить. Старение населения, накопление хронических заболеваний, отдаленные последствия коронавируса еще более обостряют ее в ближайшее будущее. Причем это станет проблемой не только для России, но и для всех развитых стран.

В этой связи создание условий для активной, ответственной и информированной вовлеченности населения в поддержание собственного здоровья способна не только снизить растущую нагрузку на систему здравоохранения, но и существенно повысить эффективность системы здравоохранения за счет расширения ее профилактической составляющей.

Международный опыт и оценка эффективности концепции ответственного самолечения

До XIX в. в мире преобладали представления о личной ответственности человека за свое здоровье. Данная парадигма стала утрачивать актуальность в XX в. благодаря достижениям медицины, и к 1960-м гг. прошлого столетия сформировалось негативное отношение к самолечению среди врачей и населения. Однако, начиная с 80-х гг., этот подход вновь стал пересматриваться из-за растущего понимания важности вовлеченности пациентов в поддержание собственного здоровья.

Определение ответственного самолечения было впервые предложено на конференции ВОЗ по охране здоровья в 1983 г.: «Ответственное самолечение относится к мерам, которые предпринимают люди, семьи и сообщества с целью улучшения здоровья, предотвращения и лечения заболеваний и восстановления здоровья. Эти действия основаны на знаниях и навыках, полученных самостоятельно,

из СМИ и от медицинских работников. Данные меры предпринимаются непрофессионалами самостоятельно или в сотрудничестве с профессионалами» (Webber, 2013). Принятая в 2015 г. декларация ВОЗ определяет основные принципы ответственного самолечения (Self-care for better individual health and more sustainable healthcare, 2015). Необходимо подчеркнуть, что самолечение в международных документах рассматривается не как отказ от профессиональной медицинской помощи, а как возможность для людей получить первичные знания и навыки для самостоятельной заботы о своем здоровье в целях снижения избыточной зависимости от перегруженной системы здравоохранения. В сложные периоды, такие как распространение коронавируса, это оказывается особенно важно.

Внедрение принципов ответственного самолечения в странах с развитой медициной происходит достаточно давно. Ответственное самолечение хорошо подходит для лечения хронических болей, аллергий, мигрени, дерматитов, грибковых заболеваний, простудных заболеваний, изжоги и диспепсии (The value of OTC medicine to the United States, 2019). Также отмечается высокий потенциал превентивного самолечения для предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний (The economic and public health value of self-medication, 2004).

Международная литература предлагает обширный материал по оценке эффектов от ответственного самолечения, которые могут быть разделены на следующие категории:

1. Экономические эффекты, связанные со снижением издержек системы здравоохранения (уменьшение количества посещений врача, а также случаев госпитализации в результате профилактического самолечения);
2. Экономические эффекты, связанные с уменьшением количества потерянных рабочих часов, предотвращением абсентеизма и презентеизма на работе.
3. Прочие экономические эффекты (уменьшение транспортных издержек, снижение рисков получения травм и др.)

Интегральные подходы к оценке эффектов, основанные на стоимостной оценке предотвращенных потерь лет жизни в связи с заболеваниями.

Негативные эффекты самолечения, такие как неправильная постановка диагноза, несвоевременное начало лечения, неправильное использование и нарушений дозировок лекарственных препаратов, риски возникновения побочных эффектов широко известны, однако существует консенсус относительно неизбежности этих издержек, на которое общество готово идти ради получения компенсирующих их благ.

Достаточно распространенным является методический подход, при котором оценивается потенциальная выгода от ответственного самолечения. Чаще всего, оценке подлежит количество избыточных посещений врачей, например, когда пациент приходит только для того, чтобы получить рецепт или продлить срок его действия, либо обращается к врачу, имея незначительные симптомы. В США потенциально примерно 10% посещений врачей не являются необходимыми, что по расчетам могло бы сэкономить до 5,2 млрд долл. ежегодно в ценах 2011 г. (London, Shostak, 2011). Исследование Ассоциации европейских производителей безрецептурных лекарств показало, что из всех выписанных рецептов 15% приходится на рецепты на лекарства для лечения легких недомоганий, а перевод хотя бы 5% лекарств в безрецептурный статус, как считают исследователи, позволит сэкономить 16 млрд евро в странах ЕС в ценах 2004 г. за счет экономии расходов на оплату труда врачей и экономии рабочего времени, затрачиваемого на посещение медицинских учреждений (The economic and public health value of self medication, 2004).

Также распространенным является и другой подход, когда рассматривается гипотетическая ситуация отсутствия безрецептурных лекарств. Подобные исследования регулярно проводит Потребительская ассоциация продуктов здравоохранения США. В ходе каждого из исследований проводится социологический опрос американцев на предмет того, как бы они себя вели, если бы препараты, которыми они пользуются, стали бы рецептурными. Наиболее свежее исследование 2019 г. показало, что порядка 90% американцев в случае невозможности покупать безрецептурные препараты обратились бы к врачу за рецептом, что повлекло бы за собой расходы на врачебные консультации в размере 95 млрд долл. в год. Кроме того, Потребительская ассоциация продуктов здравоохранения пришла к выводу, что в среднем покупаемые безрецептурные препараты стоят дешевле рецептурных, поскольку врачи чаще склонны прописывать дорогостоящие брендовые лекарства. В этой связи дополнительная экономия могла бы составить 52 млрд долл. в год. Суммарную экономию ассоциация оценивает на уровне 146 млрд долл. в год. Если сравнить эту экономию с дополнительными средствами, которые тратят на безрецептурные препараты оставшиеся 10% американцев, не собирающихся обращаться к врачам в случае придания их лекарствам рецептурного статуса, то получится, что 1 доллар, дополнительно потраченный на закупку безрецептурных препаратов, оборачивается примерно 7,2 долл. экономии для системы здравоохранения США (The value of OTC medicine to the United States, 2019).

Австралийское исследование, проведенное по схожей методологии, в 2014 г. показало, что ответственное самолечение обеспечивают экономию 10,4 млрд австралийских долларов экономике страны. Один австралийский доллар, потраченный на самолечение, окупается четырьмя сэкономленными австралийскими долларами (The Value of OTC Medicines in Australia, 2014).

Необходимо отметить также, что практически все приведенные исследования свидетельствуют не только об экономической эффективности самолечения, но и о перераспределении финансовых ресурсов. Снижение расходов систем здравоохранения нередко сочетается с увеличением расходов частных лиц, хотя общие расходы для экономики при этом падают.

Отдельного внимания заслуживает исследование Центра здоровья и производительности рабочей силы США, в котором анализируется влияние ответственного самолечения на показатели производительности труда. По оценке Центра, экономика США теряет 165 млрд долл. ежегодно в ценах 2016 г. из-за того, что персонал с хроническими заболеваниями не занимается или неправильно занимается их лечением. В исследовании рассматривалось 26 хронических заболеваний. Социологическое обследование показало, что примерно 76% респондентов имеют хотя бы одно хроническое заболевание, но только 28% хронических заболеваний сопровождаются необходимым лечением. Для каждого из заболеваний был произведен расчет потери производительности в результате абсентеизма (временное отсутствие на работе, опоздания и т. п.) и презентеизма (присутствие на работе, характеризующееся пониженной производительностью) (Consumerism, self-care trends and broader value of employee health, 2016). Результаты моделирования абсентеизма и презентеизма для рассматриваемых заболеваний приводятся в приложении.

В исследовании Links & Links были рассчитаны экономические эффекты от ответственного самолечения 4 распространенных заболеваний (простудные заболевания, острая диарея, вульвовагинальный кандидоз, боли в нижней части спины) в 5 странах Латинской Америки (Аргентина, Бразилия, Чили, Колумбия, Мексика). Принявшие участие в обследовании пациенты были разделены

на 2 группы — группа пациентов, выбравших ответственное самолечение с помощью безрецептурных препаратов, и группа пациентов, обращающихся за помощью в национальные системы здравоохранения. В исследовании оценивались издержки системы здравоохранения и издержки, связанные с потерей рабочих часов во время консультаций и процедур. Авторы исследования пришли к следующим выводам:

- на каждый доллар США, потраченный на безрецептурные препараты при четырех проанализированных заболеваниях, может быть получена следующая потенциальная экономия для систем общественного здравоохранения: 7 долларов США (Аргентина), 2 доллара США (Бразилия), 2 доллара США (Чили), 4 доллара США (Колумбия), 21 доллар США (Мексика).
- приблизительная стоимость лечения четырех незначительных заболеваний в пяти странах составляет 2,7 млрд долл. США.
- если бы 50% случаев лечились с помощью безрецептурных препаратов, можно было бы достичь: приблизительной экономии 1,3 млрд долл. США для систем общественного здравоохранения; приблизительной экономии 2,5 млрд долл. на потерях производительности из-за отсутствия на рабочем месте.

Сам факт перевода препаратов в разряд безрецептурных может оказать серьезное влияние на некоторые характеристики здоровья населения и, как следствие, приводить к экономическим эффектам. Так, например, при анализе придания безрецептурного статуса антигистаминным препаратам второго поколения в США была снижена частота развития седативных эффектов, характерных для первого поколения препаратов, что позволило уменьшить риски попадания в ДТП, получения разного рода травм и повысило производительность на работе (Sullivan, Follin, Nichol, 2003). Тем самым был продемонстрирован и несомненный экономический эффект.

Разработка методики оценки экономических эффектов в результате снижения потерь лет жизни из-за болезни в связи с внедрением концепции ответственного самолечения

В России основные эффекты от внедрения системы ответственного самолечения и фреймирования поведения пациентов могут состоять не только в снижении прямых затрат системы здравоохранения, но и быть выраженными в монетарном эквиваленте, отражающем стоимость предотвращенных потерь лет жизни в связи с болезнями (метрики YLD в базе Глобального груза болезней). При этом разработка методики оценки данного вида эффектов представляется нетривиальной задачей, поскольку известные зарубежные методики нуждаются в адаптации. В укрупненном виде алгоритм расчета может быть представлен следующим образом.

1) Уточнение стоимости человеческой жизни и стоимости одного года статистической жизни

Для количественной оценки потерь человеческих жизней в результате неадекватного самолечения (например, интоксикации) необходим выбор и доработка методики оценки стоимости человеческой жизни в России. В настоящее время в России отсутствуют унифицированные подходы к оценке стоимости человеческой жизни, и диапазон оценок крайне велик — от 500 тыс. руб. по ОСАГО до 46,9 млн руб. по оценке Финансового университета при Правительстве Российской Федерации (Жизнь подорожала до 47 млн).

Для оценки потерь, связанных с сокращением продолжительности жизни или увеличением числа лет, прожитых в состоянии болезни в результате отсутствия

квалифицированной медицинской помощи или неадекватного самолечения, необходима доработка методики расчета стоимости одного года статистической жизни. Данный расчет может быть произведен, например, через оценку будущего подушевого ВВП (Гуриев, 2020, с. 34–38) или экономической производительности среднестатистического жителя страны.

2) Оценка количества ситуаций, приводящих к потере лет жизни в связи с заболеваниями или сокращению продолжительности жизни в результате неадекватного самолечения

Для этого необходимо проведение специальных обследований по следующим направлениям:

- уточнение количества случаев неадекватного самолечения, наносящего ущерб организму и приводящего к удлинению периода нахождения в состоянии болезни, инвалидизации или даже к преждевременной смертности, что позволит провести оценку среднего количества потерянных лет жизни для одного такого случая;
- сбор вероятностных данных об эффективности профилактических мер, предотвращающих наступление острых фаз заболеваний;
- уточнение количества больных, которые пренебрегают профилактикой и игнорируют доказательные советы по самонаблюдению и самостоятельной заботе о своем здоровье с целью предотвращения перехода заболеваний в тяжелые и хронические фазы;
- оценка среднего количества потерянных лет жизни для одного такого больного.

При разработке методики на начальном этапе может быть целесообразно рассмотрение кейсов на примере отдельных распространенных нозологий, в которых данные закономерности представляются наиболее явными и доказуемыми.

Предварительная оценка эффектов от повышения производительности и сокращения нагрузки на систему здравоохранения

Несмотря на распространенность не всегда адекватного самолечения в России и тенденцию к снижению количества обращений в медицинские организации, с нашей точки зрения, потенциал для сокращения числа избыточных и ненужных консультаций сохраняется.

Прежде всего, это может касаться потоков хронически больных, которые вынуждены периодически обращаться за рецептами на льготные лекарственные препараты. Их визиты создают очереди в поликлиниках, несут дополнительную нагрузку на врачей и демотивируют здоровых пациентов обратиться с профилактическими целями в случае небольшого недомогания. Изменение функций зачастую пустующих Центров здоровья, превращение их в Центры управления хроническими заболеваниями с возможностью выписки рецептов, в том числе электронных, могло бы разгрузить врачей амбулаторного звена для профилактической работы со здоровым населением и помощи ему в организации самонаблюдения и ответственного самолечения в том понимании, которое декларировано ВОЗ. Одновременно с этим обучение специалистов первого стола в аптеках и их взаимодействие с медицинскими организациями позволило бы наполнить концепцию ответственного самолечения в России практическим наполнением. При этом затраты на внедрение этих трансформаций могли бы быть оправданы экономическим эффектом, получаемым от перехода от неадекватного к ответственному самолечению.

Согласно международным исследованиям, от 5 до 15% посещений врачей являются избыточными. По существующим оценкам, количество посещений врачей в России составляет 1,1–1,2 млрд в год¹. Безусловно, количество избыточных посещений врачей нуждается в дооценке, но даже если исходить из консервативной цифры потенциального снижения на 5%, то количество визитов может сократиться на 55–60 млн в год. Тарифы ОМС на посещения врача сильно различаются между регионами. Если исходить из того, что один визит врача стоит 150 руб. (реальная цифра, скорее всего, выше), то прямая экономия за счет сокращения количества посещений врачей на 5% составит 8–9 млрд руб. в год. Важно подчеркнуть, что эти деньги ни в коем случае не должны быть изъяты из системы здравоохранения. Эти ресурсы должны быть перераспределены внутри системы здравоохранения на те задачи, где может быть достигнут более существенный эффект для здоровья граждан.

На одно посещение врача пациент тратит (с учетом времени записи, времени на дорогу и ожидание) порядка 3 часов рабочего времени. По существующим оценкам, примерно 50% визитов к врачам приходится на лиц трудоспособного возраста. То есть при сокращении количества визитов трудоспособным населением на 27–30 млн может быть сэкономлено 80–90 млн часов рабочего времени. При средней оплате одного часа труда в России на уровне 350 рублей экономия составит 28–32 млрд руб. в год.

Еще большей может быть экономия от отсутствия терапии или неправильного самолечения в тех случаях, когда квалифицированная помощь была необходима. Мы уже ссылались на американское исследование Центра здоровья и производительности рабочей силы США, согласно которому в год вследствие абсентизма или презентеизма теряется 388 млн рабочих часов. Округленно размер экономически активного населения США примерно в 2,1 раза выше размера экономически активного населения России. Это означает, что при условии аналогичных тенденций в сфере отсутствия или неправильного самолечения Россия будет терять примерно 185 млн часов рабочего времени в год, что эквивалентно 64 млрд руб. в год. Разумеется, для более точной оценки необходимо аналогичное социологическое обследование россиян, однако более распространенным является мнение, что среднестатистический россиянин уделяет меньше внимания собственному здоровью, чем среднестатистический американец.

В целом, предварительный расчет показал, что суммарные эффекты экономии от распространения ответственного самолечения могут составить по меньшей мере 100 млрд руб. в год или порядка 4% федерального бюджета здравоохранения.

Основные выводы

Существующие опросы и исследования показывают, что неадекватное самолечение в России достаточно широко распространено, при этом часто осуществляется стихийно, неупорядоченно и в условиях низкой медицинской грамотности населения. Встречаются случаи нанесения ущерба собственному организму в результате неправильного самолечения. Другое распространенной тенденцией является отсутствие профилактики серьезных заболеваний на ранних стадиях.

Рекомендации ВОЗ и изученная мировая практика свидетельствуют о необходимости упорядочивания ситуации в сфере самолечения. Для этого необходимо создание информационной экосистемы, максимально использующей методы таргетирования социальных групп и направленной на повышение медицинской

¹ Оценки Минздрава, Росстата.

грамотности населения в рамках концепции ответственного самолечения. Если этого не произойдет, то самолечение никуда не исчезнет, но его качество будет оставаться на очень низком уровне.

Важным направлением является выделение нозологий, распространение ответственного самолечения в которых даст наибольший эффект, а также выделение нозологий, самолечение которых, напротив, недопустимо.

Международные исследования свидетельствуют о высокой потенциальной экономической эффективности ответственного самолечения. Также отмечается перераспределение ресурсов посредством уменьшения расходов систем здравоохранения и увеличения расходов пациентов, но суммарные расходы для экономики при этом падают.

В России основные экономические эффекты могут быть связаны со снижением потерь лет жизни в связи с заболеваниями в результате профилактики на ранних стадиях серьезных заболеваний и предотвращения случаев неправильного самолечения вследствие повышения медицинской грамотности людей. Для корректного расчета этих эффектов необходима разработка методики их оценки.

По предварительной оценке, экономические эффекты от повышения производительности на рабочем месте и снижения нагрузки на систему здравоохранения в результате реализации концепции ответственного самолечения составят порядка 100 млрд руб. в год или 4% федерального бюджета здравоохранения. Реальные эффекты могут оказаться гораздо выше после того, как будут собраны данные и проведен расчет эффектов, связанных с увеличением продолжительности качественной жизни;

В более широком смысле ответственное самолечение может рассматриваться как комплекс профилактических и поддерживающих мер, позволяющих повысить уровень здоровья нации, а не только разгружающих систему здравоохранения.

Источники

Гуриев С. Ценность статистической жизни и борьба с эпидемией коронавируса // Экономическая политика во времена covid-19. / РЭШ. 2020. Апрель. С. 34–38.

Жизнь подорожала до 47 млн // Российская газета. Столичный выпуск. 2018. № 35(7498).

Ценности семейно-детного образа жизни (СеДОЖ–2019): Аналитический отчет по результатам межрегионального социолого-демографического исследования; Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова / А. И. Антонов, В. М. Карпова, С. В. Ляликова и др.; под. ред. А. И. Антонова. М., 2020. [Электронное издание сетевого распространения]. URL: https://socio.msu.ru/documents/20200127_otchet.pdf.

Consumerism, Self-care Trends and Broader Value of Employee Health. The Center for Workforce Health and Performance, 2016.

London P. A., Shostak D. Potential Reduction in Unnecessary Visits to Doctors from Safe and Appropriate Use of OTC Medicines Could Save Consumers and Taxpayers Billions Annually. 2011. URL: http://www.yourhealthathand.org/images/uploads/London_Cost_Saving_Study_061711.pdf

Self-care for Better Individual Health and More Sustainable Healthcare. A Global Policy Blueprint, 2015.

Sullivan P. W., Follin S. L., Nichol M. B. Transitioning the Second-generation Antihistamines to Over-the-counter Status: a Cost-effectiveness Analysis // Med Care. 2003. Vol. 41. Iss. 12. P. 1382–1395.

The Economic and Public Health Value of Self-medication. Association of the European Self-Medication Industry. June 2004.

The value of OTC Medicine to the United States. Consumer Healthcare Products Association. CHPA, January 2019.

The Value of OTC Medicines in Australia. Macquarie Centre for the Health Economic and Australian Self Medication Industry, 2014.

Webber D. Self-Care in Health: We Can Define It, But Should We Also Measure It? // Self-Care Journal, 2013.

Willemssen K. R., Harrington G. From Patient to Resource: the Role of Self-care in Patient-centered Care of Minor Ailments // SelfCare. 2012. Iss. 3. P. 43–55.

References

Consumerism, self-care trends and broader value of employee health. The Center for Workforce Health and Performance, 2016.

Guriev S. Tsennost statisticheskoy zhizni y bor'ba s epidemiyey koronavirusa [Statistical life value and fight against coronavirus epidemic]. *Ekonomicheskaya politika vo vremena covid-19* [Economic policy in covid-19 times]. Moscow, April 2020, pp. 34–38. (In Russian)

London P. A., Shostak D. *Potential reduction in unnecessary visits to doctors from safe and appropriate use of OTC medicines could save consumers and taxpayers billions annually*. 2011. Available at: http://www.yourhealthathand.org/images/uploads/London_Cost_Saving_Study_061711.pdf

Self-care for better individual health and more sustainable healthcare. *A global policy blueprint*, 2015.

Sullivan P. W., Follin S. L., Nichol M. B. Transitioning the second-generation antihistamines to over-the-counter status: a cost-effectiveness analysis. *Med Care*, 2003, vol. 41, iss. 12, pp. 1382–1395.

The economic and public health value of self-medication. Association of the European Self-Medication Industry; June 2004.

The value of OTC medicine to the United States. Consumer Healthcare Products Association. CHPA, January 2019.

The Value of OTC Medicines in Australia. Macquarie Centre for the Health Economic and Australian Self Medication Industry, 2014.

Tsennost' Statisticheskoy Zhizni i Bor'ba s Epidemiyey Koronavirusa [The Value of Statistical Life and the Fight Against the Coronavirus Epidemic]. *Ekonomicheskaya politika vo vremena covid-19* [Economic Policy During the covid-19]. Moscow, 2019. Available at: https://socio.msu.ru/documents/20200127_otchet.pdf (In Russian).

Webber D. Self-Care in Health: We Can Define It, But Should We Also Measure It? *Self-Care Journal*, 2013.

Willemsen K. R., Harrington G. From patient to resource: the role of self-care in patient-centered care of minor ailments. *SelfCare*, 2012, iss. 3, pp. 43–55.

Zhizn podorozhala do 47 mln. [Life value grew up to 47 million]. *Rossiyskaya Gazeta, Stolichniy Vypusk* [Russian Paper, Capital Edition], Moscow, 2018, Iss. 35 (7498). (In Russian)

Приложение

Потери производительности в США от основных видов заболеваний, поддающихся самолечению

Заболевание	Доля работников с заболеваниями, %	Среднее количество других заболеваний	Чистое количество потерянных рабочих дней вследствие абстенгизма и презентеизма, млн	Чистые издержки, связанные с потерей производительности, млрд долл.
Аллергия, лихорадка	39,5	3,0	130,9	44,9
Хронические боли спины, шеи	14,3	4,9	128,1	42,4
Изжога, гастриты	13,6	4,6	92,6	30,5
Ожирение	11,1	4,6	92,1	31,6
Нарушения сна	6,5	5,7	89,8	30,0
Хронические боли	5,6	6,1	60,6	20,0
Артрит	13,5	4,6	57,4	19,7
Синдром раздраженного кишечника	6,0	5,3	56,7	18,9
Головные боли	8,9	5,1	53,3	19,1
Мигрень	8,9	4,8	48,8	16,7
Заболевания мочевой системы	4,0	5,4	33,8	11,2
Язвы	2,0	6,0	9,9	3,4

А. И. Бизяев

лаборант-исследователь Института востоковедения РАН

ДЕФИЦИТ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НА ПРИМЕРЕ ИЗРАИЛЯ

Введение

В исследованиях в области экономики транспорта одним из наиболее фундаментальных вопросов является вопрос о том, как связаны между собой транспорт как отрасль и экономика в целом (Fogel, 1964; Nerlove, 1966; Prud'homme, 2004; Caid, 2004). Этой проблеме посвящено большое число работ, однако однозначного и исчерпывающего ответа, насколько известно автору, до сих пор нет (Vickerman, 2000).

Современные исследования указывают на то, что транспорт для большинства развитых стран является необходимым, но не достаточным условием экономического развития (Economic Research Center, OECD, 2001; Banister, Berechman, 2003). В частности, в работе (Banister, Berechman, 2000) отмечалось, что транспортная инфраструктура может являться «узким местом» для экономического развития, поскольку ее дефицит сдерживает развитие экономики страны.

В данной работе рассматривается наземный пассажирский транспорт на примере Израиля. Выбор Израиля в качестве объекта исследования обусловлен тем, что Израиль обладает высочайшим уровнем транспортной загруженности среди стран ОЭСР, несмотря на относительно высокие показатели экономического развития (OECD, 2018). В работах (Moav, Schreiber, 2017a; 2017b) оценивалось, что транспортные заторы в Израиле ежегодно стоят экономике страны 6,99% ВВП.

Данная работа отличается от других исследований тем, что в ней впервые используется межстрановой анализ с применением количественных методов анализа данных для изучения влияния дефицита транспортной инфраструктуры на экономику. Кроме того, работа вносит вклад в изучение экономики транспорта в Израиле, поскольку имеющиеся израильские исследования в этой области в значительно меньшей степени уделяют внимание вопросам взаимосвязи между транспортом и экономикой страны, фокусируясь в основном на экономической истории транспорта, транспортном регулировании и современных транспортных реформах в Израиле (Shiftan, Sharaby, 2006; Ida, Talit, 2015; Ida, Talit, 2018).

В работе проверяются две гипотезы:

Гипотеза 1. В Израиле наблюдается дефицит транспортной инфраструктуры.

Гипотеза 2. Дефицит транспортной инфраструктуры сдерживает экономическое развитие Израиля.

Поскольку не существует однозначного критерия, позволяющего определить уровень обеспеченности транспортной инфраструктурой как дефицитный, автор сосредоточился на межстрановом анализе. Для проверки двух выдвинутых гипотез автор использовал межстрановой анализ с применением методов регрессионного

и кластерного анализа и метода главных компонент. Для этого были собраны данные по 17 экономическим и транспортным показателям для 27 стран (страны Европы и Израиль) для 1995, 2005 и 2015 гг.¹ Ход анализа и полученные результаты приводятся далее.

Анализ

Для анализа были использованы три матрицы данных, состоящие из 17 переменных (показатели) и 27 объектов (страны), для 1995, 2005 и 2015 гг. соответственно. Все использованные переменные отражают либо экономическое развитие страны (например, ВВП на душу населения), либо состояние транспортной системы (например, число личных авто на душу населения). Данные были скорректированы по численности населения для межстранового сравнения. Подробное описание всех использованных переменных приведено в табл. 1 в Приложении.

Первым шагом стало применение метода главных компонент, который позволил снизить размерность исходной матрицы данных до двух главных компонент. Факторные нагрузки после применения процедуры вращения *Varimax* приведены в табл. 2 в Приложении. В каждом временном периоде во вторую главную компоненту входят переменные, соответствующие обеспеченности автодорогами и железными дорогами (им соответствуют переменные «*Railway_length_km_percap*» и «*Road_length_km_percap*» в табл. 2), тогда как большинство других переменных входят в первую главную компоненту. Обозначим первую компоненту (*RC1*) как «уровень экономического развития», поскольку в нее вошли различные общеэкономические показатели, а вторую компоненту (*RC2*) как «обеспеченность транспортной инфраструктурой», поскольку в нее вошли показатели инфраструктурной обеспеченности страны. Доля объясненной дисперсии составила от 59 до 63% в зависимости от выбранного года. Несмотря на потерю информации в ходе применения данного метода, снижение размерности до двух компонент позволило, во-первых, отделить и сгруппировать показатели обеспеченности транспортной инфраструктуры от экономических показателей. Во-вторых, проведение кластерного анализа в пространстве всего двух главных компонент, как будет показано в дальнейшем, позволяет получать удобно интерпретируемые кластеры объектов, внутри которых можно будет проводить регрессионный анализ.

Следующим шагом стало проведение кластерного анализа методом *k*-средних в пространстве двух выделенных компонент. Поскольку число искомым кластеров задается пользователем произвольно, после нескольких итераций автор решил остановиться на $k = 4$ и провел кластерный анализ для каждого временного периода.

Кластерный анализ в каждом временном периоде разделил все страны на четыре группы, обозначенные римскими цифрами I–IV. В I группу вошли страны с низкими показателями по обоим компонентам, то есть страны с низким уровнем обеспеченности транспортной инфраструктурой и низкими экономическими показателями. Во II группу вошли страны с высокими показателями транспортной инфраструктуры, но низкими значениями экономического развития. К III группе относятся страны с высокими значениями по обоим главным компонентам. Наконец, в IV группу входят страны с высокими экономическими показателями, но низким уровнем обеспеченности транспортной инфраструктурой.

¹ World Bank Database. URL: <https://data.worldbank.org/>; Eurostat. Official website of European Commission. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/overview>; Central Bureau of Statistics, Israel. URL: <https://www.cbs.gov.il>.

Рассмотрим подробнее состав этой IV группы стран, в которую входит Израиль. В 1995 г. в эту группу входили 7 стран: Испания, Израиль, Великобритания, Италия, Франция, Австрия и Нидерланды. Все эти страны традиционно относятся к экономически развитым странам, однако их также объединяет относительно низкий уровень обеспеченности транспортной инфраструктурой. Следствием является высокий уровень моторизации и острая проблема транспортных заторов. Например, Израиль и Испания делят первое и второе место среди стран ОЭСР по уровню транспортной загруженности (OECD, 2018), в Великобритании «пробки» ежегодно обходятся стране приблизительно в 30 млрд долл. США (Goodwin, 2004), а в Нидерландах простои в транспортных заторах составляют приблизительно 7% транспортных издержек (Van Schijndel, Dinwoodie, 2000). В 2005 г. состав группы изменился, а число стран увеличилось до восьми: в нее вошли Швейцария и Дания, ранее бывшие в III группе (высокие экономические показатели и высокие показатели инфраструктурной обеспеченности), но при этом ее покинула Австрия, переместившись в III группу. Наконец, в 2015 г. в IV группу добавилась Ирландия, ранее находившаяся в III группе. Число стран в группе составило 9 стран. Можно предположить, что переход Австрии в III группу связан с реформированием и структурной реорганизацией компаний, отвечающих за железнодорожную и автодорожную инфраструктуру в начале 2000-х гг. (Emberger, 2017). Причины относительного ухудшения показателей обеспеченности транспортной инфраструктурой в Ирландии, Швейцарии и Дании, к сожалению, автору неизвестны и требуют отдельного изучения.

Важно отметить, что Израиль во всех трех временных периодах входит в IV группу стран. Результаты кластерного анализа показывают, что Израиль устойчиво принадлежит к странам с низкими показателями обеспеченности транспортной инфраструктурой, но высокими экономическими показателями. При этом среди стран своей группы Израиль демонстрирует самые низкие показатели по уровню обеспеченности транспортной инфраструктурой в 2005 г. и второе место с конца в 1995 и 2015 гг. Более того, Израиль показывает одни из самых низких показателей обеспеченности транспортной инфраструктурой среди всех рассматриваемых стран в трех временных периодах, не поднимаясь выше четвертого места с конца. Таким образом, столь низкие результаты как внутри своей группы, так и среди всех рассматриваемых стран, поддерживают гипотезу о том, что Израиль обладает дефицитом транспортной инфраструктуры, что согласуется с результатами других исследований (OECD 2018). Графическое представление результатов кластерного анализа приведено на рис. 1–3 в Приложении.

Если в стране имеется дефицит транспортной инфраструктуры, то в этом случае, согласно теоретическим построениям (Vanister, Verechman, 2000), транспортная инфраструктура становится «бутылочным горлышком» для развития экономики страны, так как недостаток мобильности и транспортной доступности снижает производительность рабочей силы и не дает в полной мере реализоваться агломерационным эффектам. Как следствие, преодоление дефицита транспортной инфраструктуры должно приводить к экономическому развитию страны.

Для проверки этой гипотезы был проведен регрессионный анализ уровня экономического развития ($RC1$) по обеспеченности транспортной инфраструктурой ($RC2$) среди стран IV группы, к которой принадлежит Израиль. Для каждого временного периода оценивалась простая линейная регрессия, описываемая уравнением 1:

$$RC1_t = \beta_0 + \beta_1 RC2_t, t = 1995, 2005, 2015 \quad (1)$$

Результаты регрессионного анализа показывают положительный коэффициент при независимой переменной, равный 0,38, 0,56 и 0,69 для 1995, 2005 и 2015 гг. соответственно¹. Другими словами, между уровнем обеспеченности транспортной инфраструктурой и уровнем экономического развития наблюдается положительная взаимосвязь. Здесь необходимо отметить, что коэффициент детерминации R^2 в каждой из трех моделей очень низкий и не превышает 0,27. Однако регрессия устойчиво указывает на положительную взаимосвязь между зависимой и независимой переменной в каждом из трех периодов, а оцененное значение коэффициента при независимой переменной в уравнении 1 возрастает с увеличением индекса временного периода. Кроме того, в каждом из трех временных периодов почти все страны, имеющие более высокие показатели обеспеченности транспортной инфраструктурой по сравнению с Израилем, имеют также и более высокие экономические показатели. При этом Израиль имеет одни из самых низких значений по обоим главным компонентам среди стран своей группы в каждом временном периоде. Таким образом, полученные результаты согласуются с результатами (Vanister, Berechman, 2000) и поддерживают гипотезу о том, что дефицит транспортной инфраструктуры в Израиле сдерживает экономическое развитие страны. Увеличение уровня обеспеченности транспортной инфраструктурой в Израиле способно привести к увеличению уровня экономического развития страны. Графическое представление результатов регрессионного анализа для кластера, к которому относится Израиль, приведено на рис. 4–6 в Приложении.

Для полноты анализа были построены регрессии и для остальных трех кластеров. I группа стран показала положительную корреляцию во всех трех временных периодах, однако коэффициент детерминации оказался достаточно высоким только для 2005 г. (в двух других периодах его значение меньше 0,01). Можно предположить, что полученные результаты свидетельствуют в пользу того, что хотя для этих стран улучшение показателей обеспеченности транспортной инфраструктурой иногда способно приводить к росту экономических показателей (например, за счет эффекта мультипликатора от инвестиций в инфраструктурные проекты), относительно низкий уровень обеспеченности транспортной инфраструктурой сам по себе не является сдерживающим фактором для развития их экономики.

Несколько иная ситуация наблюдается в группе II, куда входят преимущественно страны Прибалтики и некоторые страны бывшего социалистического лагеря. Для этой группы стран коэффициент отрицателен во всех временных периодах, а R^2 сравнительно высок только для 2005 г. (0,51; для 1995 и 2015 гг. он составил 0,04 и 0,004, соответственно). Можно предположить, что причина заключается в советском прошлом этих стран, причем чем «ближе» страна была к СССР, тем больше ее обеспеченность транспортной инфраструктурой, но ниже экономические показатели.

Наконец, в III группе стран коэффициент при тоже отрицателен во всех трех периодах, а R^2 сравнительно высок только для 2005 и 2015 гг. (0,21 и 0,59, соответственно; для 1995 г. он составил 0,002). В эту группу входят страны с наиболее высокими показателями обеспеченности транспортной инфраструктурой и экономического развития. Можно предположить, что эти страны уже практически исчерпали экономические выгоды от строительства транспортной инфраструктуры. Впрочем, представляется странным, что данные страны поддерживают высокий уровень обеспеченности транспортной инфраструктуры в ущерб собственной

¹ Необходимо отметить, что ввиду малочисленности выборки в каждом кластере статистические оценки регрессии не проводились. Здесь и далее регрессию следует понимать как аппроксимацию имеющихся данных прямой линией (подробнее см.: Браверман, Мучник, 1983).

экономике. Возможно, что столь высокий уровень транспортной обеспеченности в них поддерживается для получения других, трудноизмеримых выгод, которые не входят в стандартные экономические показатели (например, увеличение числа и качества поездок с целью посещения друзей и родственников или с целью отдыха, развлечений), но высоко ценятся в этих странах. Стоит отметить, что эту группу составляют преимущественно страны Скандинавского полуострова. Возможно, что объяснение заключается в общем историческом прошлом и сходных социально-культурных и экономических чертах этих стран. Изучение этого кластера стран требует дальнейшего и более подробного изучения, которое выходит за рамки данной работы.

Заключение

В работе проверяются две гипотезы о наличии дефицита транспортной инфраструктуры в Израиле и о его отрицательном влиянии на экономическое развитие страны. Для этого был проведен анализ данных по 17 показателям для 27 стран (страны Европы и Израиль) для трех временных периодов (1995, 2005 и 2015 г.). Метод главных компонент позволил выделить две главные компоненты — обеспеченность транспортной инфраструктурой и уровень экономического развития. Дальнейший анализ проводился полностью в пространстве этих двух выделенных компонент. В ходе анализа были получены следующие результаты:

1) Израиль имеет одни из самых низких показателей по уровню обеспеченности транспортной инфраструктурой по сравнению с рассматриваемыми странами Европы, в каждом из трех временных периодов попадая в число 4 нижних позиций из 27 стран.

2) С помощью кластерного анализа все страны были разделены на 4 группы. Во всех трех временных периодах Израиль находится в IV группе стран, характеризующейся высокими экономическими показателями, но низкими показателями обеспеченности транспортной инфраструктурой. Кроме того, внутри своей группы Израиль имеет одни из самых низких показателей обеспеченности транспортной инфраструктурой.

3) Регрессионный анализ, проведенный внутри стран IV группы (к ней принадлежит Израиль) отдельно по каждому временному периоду, показал, что между уровнем обеспеченности транспортной инфраструктурой и показателями экономического развития наблюдается положительная взаимосвязь.

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы:

1) Крайне низкие показатели обеспеченности транспортной инфраструктуры как среди 27 стран, так и среди стран своей группы, свидетельствуют о том, что в Израиле действительно имеется дефицит транспортной инфраструктуры.

2) Наличие положительной взаимосвязи между уровнем обеспеченности транспортной инфраструктуры и уровнем экономического развития в сочетании с дефицитом транспортной инфраструктуры в Израиле позволяют говорить о том, что дефицит транспортной инфраструктуры сдерживает экономическое развитие Израиля, а его преодоление способно улучшить экономические показатели Израиля внутри своей группы стран. Это согласуется с результатами других исследований (Banister, Berechman, 2000; 2003; Vickerman, 2000).

Таким образом, результаты проведенного анализа поддерживают обе выдвинутые гипотезы. В работе было показано, что в Израиле имеется дефицит транспортной инфраструктуры, и этот выявленный дефицит транспортной инфраструктуры сдерживает экономическое развитие Израиля. Следовательно, решение

проблемы обеспеченности транспортной инфраструктурой может способствовать экономическому развитию Израиля. Оценка величины этого дефицита и поиск эффективных механизмов его устранения может стать направлением для дальнейшего исследования.

Автор благодарит рецензентов за рекомендации по улучшению текста работы.

Источники

- Браверман Э. М., Мучник И. Б.* Структурные методы обработки эмпирических данных. М., 1983.
- Banister D., Berechman J.* Transport Investment and Economic Development. London, 2000.
- Banister D., Berechman Y.* The Economic Development Effects of Transport Investments // Transport projects, Programmes and Policies: Evaluation Needs and Capabilities. 2003.
- Caid N.* Analysis of the Links Between Transport and Economic Growth / OECD, 2004. Central Bureau of Statistics, Israel. URL: <https://www.cbs.gov.il>.
- Eurostat. Official website of European Commission. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/overview>.
- Fogel R. W.* Railroads and American Economic Growth. Baltimore, 1964.
- Goodwin P.* The economic Costs of Road Traffic Congestion. London, 2004.
- Emberger G.* National Transport Policy in Austria—from its Beginning Till Today // European Transport Research Review. 2017. Vol. 9. Iss. 1. P. 6.
- Ida Y., Talit G.* Regulation of Public Bus Services: The Israeli Experience // Transport Policy. 2015. Vol. 42. P. 156–165.
- Ida Y., Talit G.* What we can learn 17 years after the reform in public bus transportation in Israel // Case Studies on Transport Policy. 2018. Vol. 6. Iss. 4. P. 510–517.
- Moav O., Schreiber S.* Keytzad nitan letzamtzem et ha-tzifut ba-kvishim al yadei imutz agarot godesh [Как можно уменьшить транспортные заторы посредством введения налогов на пробки] (иврит) / Aaron Institute for Economic Policy, 2017a.
- Moav O., Schreiber S.* Reducing Road Congestion by Adopting Congestion Charges. Summary / Aaron Institute for Economic Policy, 2017b.
- Nerlove M.* Railroads and American economic growth // Journal of Economic History. 1966. Vol. 26. Iss. 1. P. 107–115.
- OECD Economic Surveys: Israel, 2018. URL: https://read.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-israel-2018_eco_surveys-isr-2018-en#page119.
- Prud'homme R.* Infrastructure and Development. Washington, 2004.
- Shifan Y., Sharaby N.* Competition in Bus Public Transport in Israel // Transportation Research Record. 2006. Vol. 1986. Iss. 1. P. 38–45.
- Transport and Economic Development. Report of the hundred and ninth round table on transport economics/ Paris, 2001. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/02rt119_0.pdf
- Van Schijndel W. J., Dinwoodie J.* Congestion and Multimodal Transport: a Survey of Cargo Transport Operators in the Netherlands // Transport Policy. 2000. Vol. 7. Iss. 4. P. 231–241.
- Vickerman R.* Transport and Economic Growth. 2000. World Bank Database. URL: <https://data.worldbank.org>.

References

- Braverman E. M., Muchnik I. B. *Strukturnyye metody obrabotki empiricheskikh dannykh* [Structural methods of processing empirical data]. Moscow, 1983. (In Russian)
- Banister D., Berechman J. *Transport Investment and Economic Development*. London, 2000.
- Banister D., Berechman Y. *The economic development effects of transport investments*. Transport projects, programmes and policies: Evaluation needs and capabilities, 2003.
- Caid N. *Analysis of the links between transport and economic growth*. OECD, 2004.
- Central Bureau of Statistics, Israel. Available at: <https://www.cbs.gov.il>.
- Eurostat. *Official website of European Commission*. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/overview>.
- Fogel R. W. *Railroads and American economic growth*. Baltimore, 1964.
- Goodwin P. *The economic costs of road traffic congestion*. London, 2004.

- Emberger G. National transport policy in Austria—from its beginning till today. *European transport research review*, 2017, vol. 9, iss. 1, pp. 6.
- Ida Y., Talit G. Regulation of public bus services: The Israeli experience. *Transport Policy*, 2015, vol. 42, pp. 156–165.
- Ida Y., Talit G. What we can learn 17 years after the reform in public bus transportation in Israel. *Case Studies on Transport Policy*, 2018, vol. 6, iss. 4, pp. 510–517.
- Moav O., Schreiber S. Keytzad nitan letzamtzem et ha-tzfifut ba-kvishim al yadei imutz agarot godesh [How can traffic congestion be reduced by imposing congestion taxes?]. Aaron Institute for Economic Policy, 2017a.
- Moav O., Schreiber S. *Reducing Road Congestion by Adopting Congestion Charges. Summary*. Aaron Institute for Economic Policy, 2017b.
- Nerlove M. Railroads and American economic growth. *Journal of Economic History*, 1966, vol. 26, iss. 1, pp. 107–115.
- OECD Economic Surveys: Israel, 2018. Available at: https://read.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-israel-2018_eco_surveys-isr-2018-en#page119.
- Prud'homme R. *Infrastructure and development*. Washington, 2004.
- Shifan Y., Sharaby N. Competition in bus public transport in Israel. *Transportation research record*, 2006, vol. 1986, iss. 1, pp. 38–45.
- Transport and Economic Development. Report of the hundred and ninth round table on transport economics*. Paris, 2001. Available at: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/02rt119_0.pdf
- Van Schijndel W. J., Dinwoodie J. Congestion and multimodal transport: a survey of cargo transport operators in the Netherlands. *Transport Policy*, 2000, vol. 7, iss. 4, pp. 231–241.
- Vickerman R. *Transport and economic growth*, 2000.
- World Bank Database*. Available at: <https://data.worldbank.org>

Приложение

Таблица 1

Использованные переменные

Переменная	Краткое описание
Buses_percap	Число автобусов на душу населения
Cars_percap	Число личных авто на душу населения
Employment_industry_(pct._of_total)	Занятость в промышленности, %
Employment_services_(pct._of_total)	Занятость в сфере услуг, %
Energy_use_(kg_of_oil_equivalent_per_capita)	Потребление энергии, кг нефтяного эквивалента на душу населения
Exports_\$2010_percap	Экспорт, долл. США в ценах 2010 г. на душу населения
Imports_\$2010_percap	Импорт, долл. США в ценах 2010 г. на душу населения
Industry_\$2010_percap	Промышленность, добавленная стоимость, долл. США в ценах 2010 г. на душу населения
Life_expectancy_(years)	Ожидаемая продолжительность жизни, лет
Mobile_cellular_subscriptions_percap	Число абонентов сотовой связи на душу населения
Rail_perform_pkm_percap	Обеспеченность железнодорожными перевозками, пассажиро-км на душу населения
Railway_length_km_percap	Обеспеченность железными дорогами, км на душу населения
Road_length_km_percap	Обеспеченность автодорогами, км на душу населения
Services_\$2010_percap	Сфера услуг, добавленная стоимость, долларов США в ценах 2010 г. на душу населения
Unemployment_(pct.)	Безработица, %
Health_expend_\$2010_percap	Расходы на здравоохранение, долл. США в ценах 2010 г. на душу населения
GDP_per_capita_(2010_US\$)	ВВП на душу населения, долл. США в ценах 2010 г. на душу населения

Таблица 2

Факторные нагрузки для двух главных компонент после процедуры вращения.

	RC1_1995	RC2_1995	RC1_2005	RC2_2005	RC1_2015	RC2_2015
Buses_percap	-0.11	0.79	0.00	0.30	0.08	-0.14
Cars_percap	0.86	-0.07	0.76	0.30	0.61	0.50
Employment_industry_(pct._of_total)	-0.44	-0.24	-0.74	0.20	-0.80	0.18
Employment_services_(pct._of_total)	0.83	0.08	0.87	0.09	0.84	0.07
Energy_use_(kg_of_oil_equivalent_per_capita)	0.83	0.24	0.80	0.32	0.47	0.59
Exports_\$2010_percap	0.82	0.11	0.78	0.05	0.72	0.09
Imports_\$2010_percap	0.83	0.09	0.76	0.03	0.72	0.10
Industry_\$2010_percap	0.92	0.16	0.80	0.22	0.76	0.09
Life_expectancy_(years)	0.82	-0.35	0.82	-0.22	0.83	-0.11
Mobile_cellular_subscriptions_percap	0.61	0.30	0.49	0.41	0.24	0.56
Rail_perform_pkm_percap	0.52	-0.01	0.60	-0.06	0.64	0.05
Railway_length_km_percap	0.13	0.67	0.03	0.77	-0.13	0.83
Road_length_km_percap	0.16	0.77	-0.07	0.85	-0.12	0.74
Services_\$2010_percap	0.97	0.07	0.98	0.00	0.98	0.05
Unemployment_(pct.)	-0.44	-0.23	-0.55	-0.40	-0.36	-0.43
Health_expend_\$2010_percap			0.95	0.03	0.91	0.07
GDP_per_capita_(2010_US\$)	0.97	0.11	0.97	0.07	0.98	0.08

Источники: Eurostat; World Bank; Central Bureau of Statistics, Israel; расчеты автора.

Комментарий: Процедура вращения — Varimax. Цветом выделены ячейки, в которых значения факторных нагрузок по модулю меньше 0,5. Доля объясненной дисперсии составила от 59 до 63%. Переменная Health_expend_\$2010_percap не представлена для 1995 г. из-за отсутствия данных.

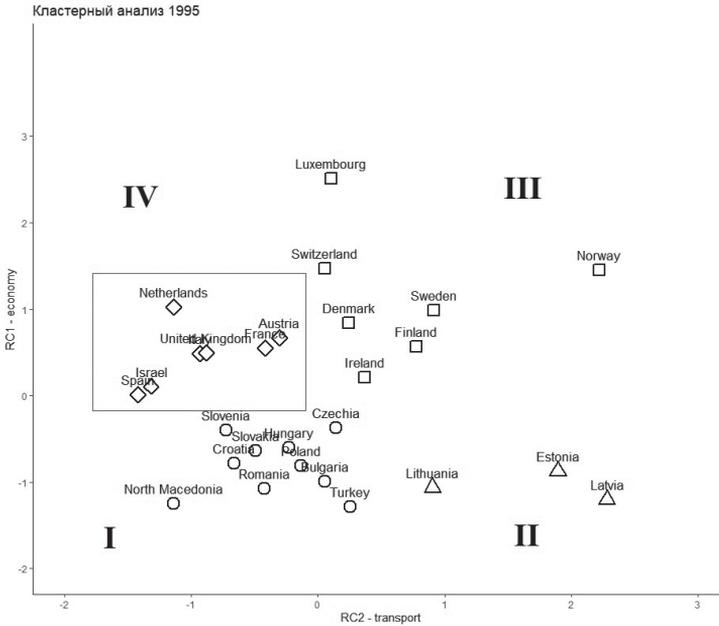


Рис. 1. Кластерный анализ в пространстве двух главных компонент, метод k -средних, $k = 4$, 1995 г.

Источники: Eurostat; World Bank; Central Bureau of Statistics, Israel; расчеты автора.

Комментарий (рис. 1–3): По горизонтальной оси отложены значения по второй компоненты (RC2), отвечающей за обеспеченность транспортной инфраструктурой, по вертикальной оси — значения первой компоненты (RC1), отвечающей за экономическое развитие страны. Римскими цифрами обозначены кластеры стран. Принадлежность страны тому или иному кластеру выделена с помощью различных геометрических форм. Рамкой выделена IV группа стран, в которую входит Израиль.

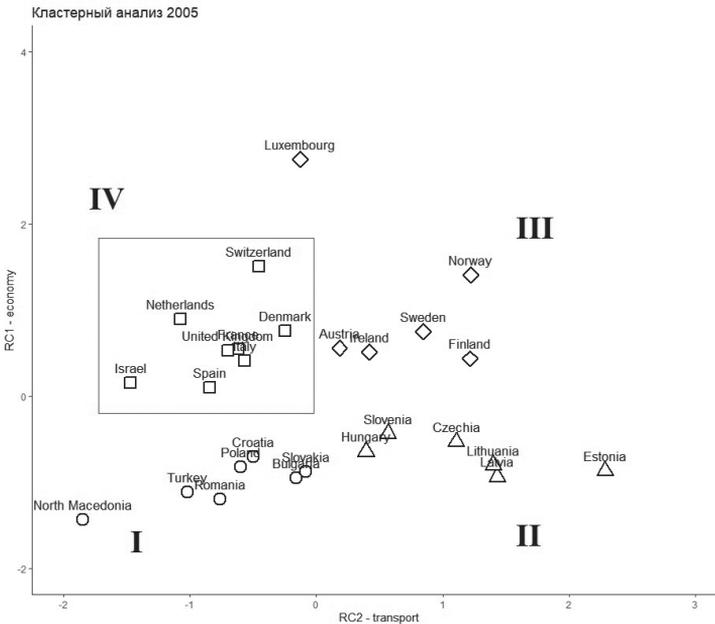


Рис. 2. Кластерный анализ в пространстве двух главных компонент, метод k -средних, $k = 4$, 2005 г.

Источники: Eurostat; World Bank; Central Bureau of Statistics, Israel; расчеты автора.

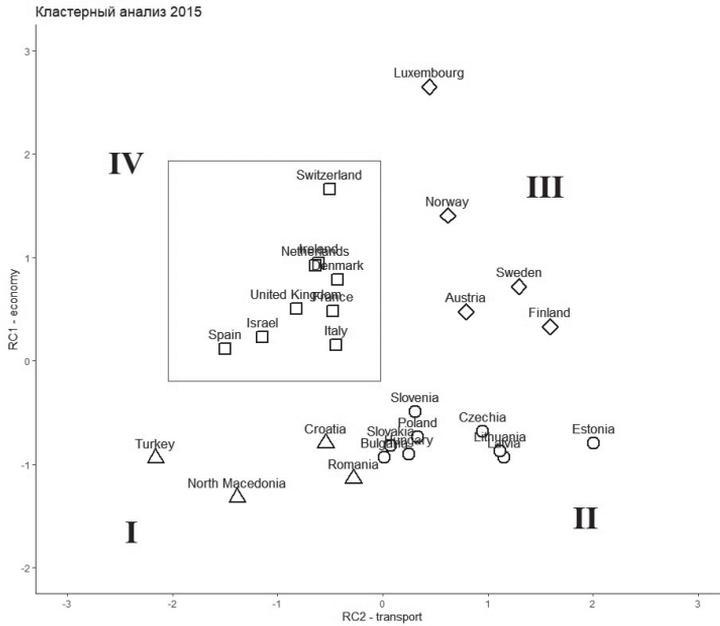


Рис. 3. Кластерный анализ в пространстве двух главных компонент, метод k -средних, $k = 4$, 2015 г.

Источники: Eurostat; World Bank; Central Bureau of Statistics, Israel; расчеты автора.

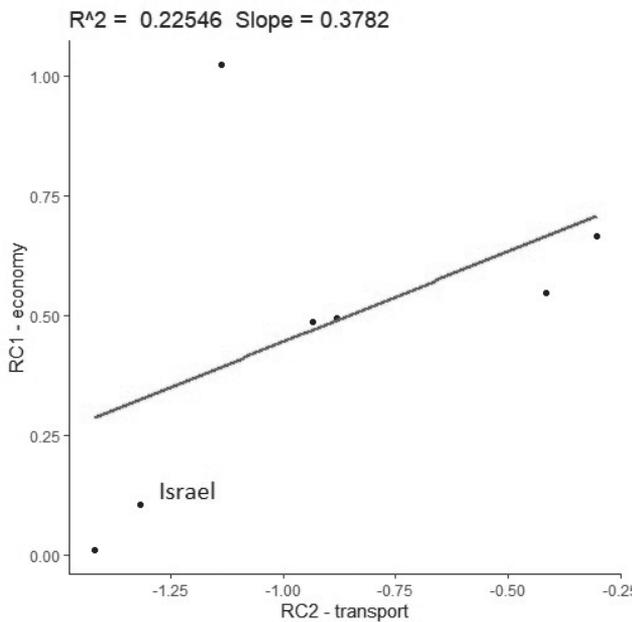


Рис. 4. Регрессия уровня экономического развития ($RC1$) по обеспеченности транспортной инфраструктурой ($RC2$), страны IV группы, 1995 г.

Источники: Eurostat; World Bank; Central Bureau of Statistics, Israel; расчеты автора.

Комментарий (рис. 4–6): Результаты регрессионного анализа для линейной регрессии вида

$$RC1_t = \beta_0 + \beta_1 RC2_t, \quad t = 1995, 2005, 2015$$

Прямой линией обозначены подобранные моделью значения.

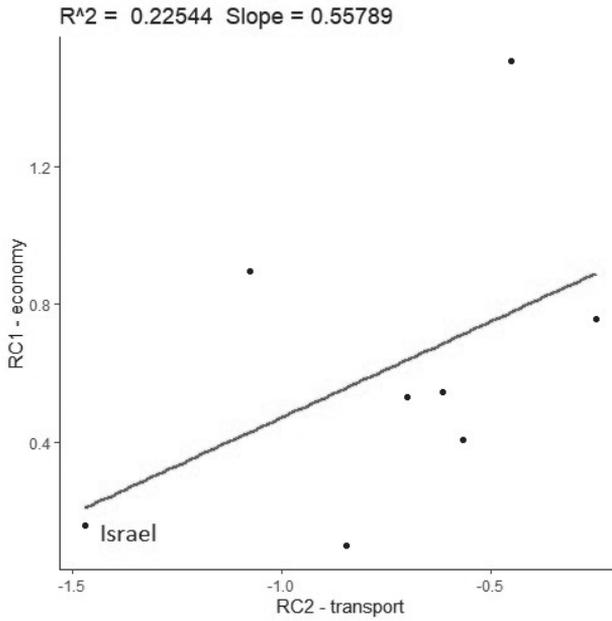


Рис. 5. Регрессия уровня экономического развития ($RC1$) по обеспеченности транспортной инфраструктурой ($RC2$), страны IV группы, 2005 г.

Источники: Eurostat; World Bank; Central Bureau of Statistics, Israel; расчеты автора.

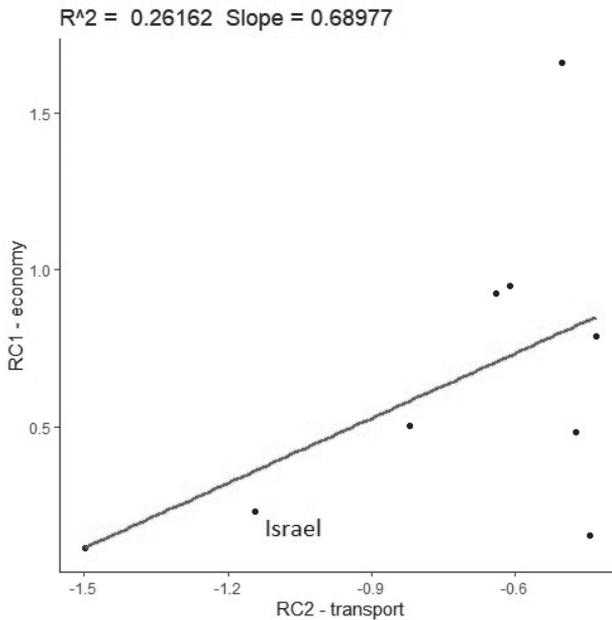


Рис. 6. Регрессия уровня экономического развития ($RC1$) по обеспеченности транспортной инфраструктурой ($RC2$), страны IV группы, 2015 г.

Источники: Eurostat; World Bank; Central Bureau of Statistics, Israel; расчеты автора.

БИЗНЕС-СРЕДА

Ю. С. Пиньковецкая

канд. экон. наук, доцент кафедры экономического анализа и государственного управления Ульяновского государственного университета

ВНЕШНЕЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ: ГЕНДЕРНЫЙ АСПЕКТ

Введение

Актуальность изучения проблемы инвестиций в создание новых малых и средних предприятий (МСП) в последние годы подчеркивается во многих научных исследованиях. При этом одной из наиболее очевидных проблем, тормозящих создание таких предприятий, является отсутствие у начинающих предпринимателей достаточных финансовых средств (Caggese, 2019; Godke, McCahery, 2019; Kumar, Rao, 2015). Проблема усложняется тем, что начинающим предпринимателям трудно получить кредитные средства. На это указывают многие авторы (Campello, Larrain, 2016; Cole, Sokolyk, 2016). Они обращают внимание на отсутствие у таких предпринимателей недвижимости и других активов, необходимых для банковского кредитования под залог. Финансовые ограничения могут быть особенно серьезными в случае использования нематериальных активов в принятых бизнес-моделях, поскольку эти модели определяются спецификой конкретных фирм и их трудно использовать в качестве залога в традиционных долговых отношениях (OECD, 2010). Кроме того, кризисные явления, типичные для последних лет, приводят к повышению требований банков при выдаче кредитов. Банковские кредитные ограничения, испытываемые МСП в большинстве стран, усиливают уязвимость этого сектора предпринимательской деятельности (OECD, 2012). С учетом этого фактора, все большую значимость в финансировании новых МСП во многих странах в последние годы приобретает привлечение денежных средств физических лиц. Такое явление называется внешним финансированием предпринимателей. В данной статье рассматривается оценка сложившихся уровней внешнего финансирования деятельности предпринимательского сектора в различных странах, что должно способствовать пониманию всего спектра финансовых инструментов и новых подходов к инвестициям в МСП, альтернативных традиционному банковскому кредитованию.

В научных публикациях последних лет большое внимание уделяется призывам к более систематическому рассмотрению внешнего финансирования начинающих предпринимателей на основе неформальных инвестиций. Наибольший интерес представляют работы, в которых рассматриваются теоретические и практические стороны повышения эффективности неформальных инвестиций в малое и среднее предпринимательство (Acs, Estrin, Mickiewicz, Szerb, 2018; Ferrando, Ruggieri, 2018; Zubair, Kabir, Huang, 2020; Block, Colombo, Cumming, Vismara, 2018). Все большую актуальность приобретает анализ гендерных аспектов такого финансирования, то есть изучение особенностей внешнего финансирования новых МСП силами женщин и мужчин. Интересно определить, имеется ли гендерный разрыв в поведении женщин и мужчин, вовлеченных в процесс инвестирования предпринимательской деятельности. Подчеркнем, что в отечественных исследованиях

гендерным особенностям внешнего финансирования МСП до настоящего времени не уделялось достаточного внимания.

В данной статье мы стремились получить ответы на следующие вопросы:

1. Какова в разных странах доля женщин, принимающих участие во внешнем финансировании создаваемых МСП?
2. Какова в разных странах доля мужчин, принимающих участие во внешнем финансировании создаваемых МСП?
3. Имеет ли место гендерный разрыв в участии женщин и мужчин в неформальном финансировании начинающих предпринимателей по странам?
4. В каких размерах осуществляется внешнее финансирование новых МСП женщинами?
5. В каких размерах осуществляется внешнее финансирование новых МСП мужчинами?
6. Имеет ли место гендерный разрыв в объемах внешнего финансирования новых МСП?
7. Имеются ли существенные различия в финансировании новых МСП в разных странах?

Главной целью статьи является оценка существенности различий в значении показателей, описывающих внешнее финансирование новых МСП мужчинами и женщинами. Достижение этой цели включало решение ряда задач. Прежде всего, осуществлялось формирование массивов эмпирических данных, описывающих участие женщин и мужчин (в возрасте от 18 до 64 лет) в различных странах в процессах обеспечения инвестициями предпринимателей, начинающих свой собственный бизнес. На втором этапе определялись относительные показатели мужчин и женщин, которые участвовали во внешнем финансировании новых предпринимателей, в общей численности гендерных групп (в возрасте 18–64 года) в разных странах. На третьем этапе рассчитывались средние значения вкладов мужчин и женщин в инвестирование МСП, а также выявлялись страны, для которых характерны высокие и низкие уровни показателей внешнего финансирования МСП. При этом учитывалось как территориальное расположение таких стран, так и средние доходы населения.

Методика и дизайн исследования

Внешнее инвестирование МСП осуществляется гражданами различных стран по собственному желанию и при наличии доверия к предпринимателям — владельцам МСП. Основными инвесторами при этом, как указывается в ряде исследований (Lopes, Costa, 2017; Moritz, Block, Heinz, 2016), являются члены семьи, друзья, знакомые. Кроме того, это могут быть и другие лица, заинтересованные в создании и развитии конкретного нового бизнеса. Зачастую при этом используется такой метод, как краудфандинг (Kgoroeadira, Burke, Stel, 2019; Block, Colombo, Cumming, Vismara, 2018; Ahlers, Cumming, Günther, Schweizer, 2015). В случае краудфандинга внешние инвесторы основное внимание обращают на личность предпринимателя, его знания и компетенции.

Нами были получены оценки шести показателей, характеризующих гендерные аспекты внешних инвестиций в МСП в 59 странах в 2018–2019 гг.:

- доля женщин, участвующих во внешнем финансировании новых МСП, в общей численности женского взрослого населения страны (в возрасте от 18 до 64 лет);
- доля мужчин, участвующих во внешнем финансировании новых МСП, в общей численности мужского взрослого населения страны (в возрасте от 18 до 64 лет);

- соотношение значений показателей участия женщин и мужчин во внешнем финансировании новых МСП;
- среднее значение финансового вклада в новые МСП женщин в разных странах;
- среднее значение финансового вклада в новые МСП мужчин в разных странах;
- соотношение средних вкладов женщин и мужчин в новые МСП.

В качестве исходной информации использовались данные, полученные по итогам реализации проекта «Глобальный мониторинг предпринимательства за 2018–2019 гг. (Global Entrepreneurship Monitor..., 2019).

Исследование включало проверку следующих трех гипотез:

- гипотеза 1: значения рассматриваемых шести показателей имеют существенную дифференциацию по разным странам;
- гипотеза 2: территориальное расположение стран не оказывает существенного влияния на значения каждого из шести вышеуказанных показателей;
- гипотеза 3: уровень доходов населения в рассматриваемых странах не оказывает существенного влияния.

Определение значений шести названных показателей была получена путем статистического оценивания. В качестве моделей использовались функции плотности нормального распределения, методика применения уже была апробирована в статье (Pinkovetskaia, Slepova, 2018). Полученные функции позволяют установить средние значения каждого из шести показателей, диапазоны их вариации, характерные для разных стран. В процессе исследования выделялись страны, в которых рассматриваемые показатели имеют значения большие, чем верхняя граница и меньшие, чем нижняя граница диапазонов. К этим странам относились такие, в которых пределы вариации от среднего значения показателя составляли плюс/минус одна сигма (среднее квадратическое отклонение). Таким образом, границы диапазонов значений показателей по 68% стран определялись исходя из средних значений показателей и соответствующих стандартных отклонений.

Результаты вычислительного эксперимента

Ниже представлены модели распределений шести показателей по 57 странам:

- доля женщин, участвующих в финансировании новых МСП, в общей численности женского взрослого населения страны, %

$$y_1(x_1) = \frac{77,33}{1,97 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_1 - 3,23)^2}{2 \times 1,97 \times 1,97}}; \quad (1)$$

- доля мужчин, участвующих в финансировании новых МСП, в общей численности мужского взрослого населения страны, %

$$y_2(x_2) = \frac{94,25}{2,55 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_2 - 4,86)^2}{2 \times 2,55 \times 2,55}}; \quad (2)$$

- отношение значений показателей участия в финансировании МСП женщин и мужчин,

$$y_3(x_3) = \frac{6,44}{0,20 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-(x_3 - 0,63)^2}{2 \times 0,20 \times 0,20}}; \quad (3)$$

— среднее значение финансового вклада в МСП женщин, тыс. долларов,

$$y_4(x_4) = \frac{281,71}{3,14 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_4 - 4,46)^2}{2 \times 3,14 \times 3,14}}; \quad (4)$$

— среднее значение финансового вклада в МСП мужчин, тыс. долларов,

$$y_5(x_5) = \frac{215,43}{5,28 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_5 - 5,90)^2}{2 \times 5,28 \times 5,28}}; \quad (5)$$

— отношение средних значений вкладов женщин и мужчин.

$$y_6(x_6) = \frac{14,91}{0,28 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_6 - 0,72)^2}{2 \times 0,28 \times 0,28}}. \quad (6)$$

Качество разработанных моделей оценивалось с использованием трех тестов: Колмогорова–Смирнова, Пирсона, Шапиро–Вилка. Тестирование показало, что все разработанные функции имеют высокое качество (табл. 1).

Таблица 1

Фактические и критические значения тестовых статистик

Критерий согласия	Фактические значения по функциям						Критическое значение
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
Пирсона	1,56	2,06	3,44	1,24	3,88	0,28	9,49
Колмогорова–Смирнова	0,07	0,06	0,07	0,05	0,10	0,03	0,152
Шапиро–Вилка	0,96	0,96	0,95	0,97	0,95	0,98	0,93

Источник: расчеты автора на основе функций (1)–(6).

Сравнение фактических и критических значений показало, что по критериям Пирсона и Колмогорова–Смирнова критические значения существенно больше фактических значений, а по критерию Шапиро–Вилка фактические значения статистик превышают критическое значение. Таким образом, разработанные функции плотности нормального распределения обладают хорошо аппроксимируют исходные эмпирические данные.

Функции плотности нормального распределения (1)–(6) дают возможность выявить ряд существенных закономерностей, характеризующих сложившееся финансирование начинающих предпринимателей в рассматриваемых странах. Средние значения и размах вариации показателей приведены табл. 2.

Приведенные в табл. 2 данные показывают, что в целом небольшое количество лиц участвует во внешнем финансировании новых МСП: только одна из тридцати женщин и один из двадцати взрослых мужчин участвуют в такой инвестиционной деятельности. Доля женщин, участвующих в финансировании новых МСП, в общей численности женского взрослого населения страны, как показывают данные табл. 2, на 1,63% меньше соответствующего показателя мужчин. Это дает основание для вывода о большей активности мужчин во внешнем финансировании МСП по сравнению с женщинами. Вместе с тем в таких странах, как Кипр, Республика Корея, Российская Федерация участие женщин и мужчин во внешнем финансировании МСП находится на одинаковом уровне. В четырех странах (Мадагаскар, Объединенные Арабские Эмираты, Казахстан, Саудовская Аравия) женщины проявляют большую активность в помощи начинающим предпринимателям нежели мужчины.

Таблица 2

Показатели, характеризующие финансирование новых предпринимателей

Показатель	Среднее значение	Размах вариации, характерный для большинства стран
1	2	3
Доля женщин, участвующих в финансировании новых МСП, в общей численности женского взрослого населения страны, %	3,23	1,26–5,20
Доля мужчин, участвующих в финансировании новых МСП в общей численности мужского взрослого населения страны, %	4,86	2,31–7,41
Соотношение значений показателей участия женщин и мужчин в финансировании МСП	0,63	0,43–0,83
Среднее значение финансового вклада женщин МСП, тыс. долларов	4,46	1,32–7,60
Среднее значение финансового вклада мужчин в МСП, тыс. долларов	5,90	0,62–11,18
Соотношение средних значений вкладов женщин и мужчин	0,72	0,56–1,00

Источник: расчеты автора на основе (1)–(6).

Среднее значение финансового вклада мужчин в МСП выше вклада женщин на 1440 долларов (табл. 2). В целом, инвестируются весьма ограниченные суммы личных средств: средние значения инвестиций мужчин не превышают 6 тыс. долларов. Соотношение средних значений вложений в МСП женщин и мужчин составляет 0,72. Однако, в таких странах, как Колумбия, Италия, Польша, Словения, Таиланд, Турция суммы инвестиций женщин и мужчин практически равны. В Австралии, Мадагаскаре, Греции, Кипре, Российской Федерации, Индонезии средние значения вкладов в МСП, сделанных женщинами выше, чем мужчинами.

Для проверки гипотезы 1 о дифференциации стран был проведен анализ размаха вариации каждого из показателей, представленных в табл. 2. Коэффициенты вариации (отношения средних квадратических отклонений к средним значениям показателей) составили: по первому показателю — 61%, по второму показателю — 52%, по третьему показателю — 32%, по четвертому показателю — 70%, по пятому показателю — 89%, по шестому показателю — 39%. Таким образом, анализ показал существенную дифференциацию по рассматриваемым странам значений каждого из шести показателей. Следовательно, гипотеза 1 подтвердилась.

На следующем этапе рассматривались страны, в которых отмечались максимальные и минимальные значения показателей. К максимальным значениям относятся те, которые превышают верхние границы диапазонов, указанных в столбце 3 табл. 2, а к минимальным значениям относятся меньшие, чем нижние границы указанных диапазонов. Итоги этого анализа приведены в табл. 3, в которой наряду с названием каждой страны, указана ее принадлежность к соответствующей категории стран по уровню доходов населения. Информация по уровню доходов населения взята по данным Глобального мониторинга предпринимательства (Global Entrepreneurship Monitor..., 2019).

Рассмотрение информации, приведенной в табл. 3, показало отсутствие связей между значениями показателей и территориальным расположением стран: как максимальные, так и минимальные значения показателей наблюдаются в различных континентах. Это позволило сделать вывод о том, что территориальное расположение стран не оказывает существенного влияния на значения каждого из шести вышеуказанных показателей, следовательно, гипотеза 2 получила свое подтверждение.

Таблица 3

Страны с максимальными и минимальными значениями показателей

Показатель	Доходы населения	Страна
1	2	3
Доля женщин, участвующих в финансировании новых МСП, в общей численности женского взрослого населения страны	Максимальные значения показателя	
	Высокие	ОАЭ, Саудовская Аравия, Чили
	Средние	Казахстан, Малайзия, Тайвань, Китай, Гватемала
	Низкие	Ангола, Судан
	Минимальные значения показателя	
	Высокие	Пуэрто-Рико, Япония, Катар
	Средние	Босния и Герцеговина, Мексика, Бразилия, Болгария, Российская Федерация
	Низкие	Индия, Египет
Доля мужчин, участвующих в финансировании новых МСП, в общей численности мужского взрослого населения страны	Максимальные значения показателя	
	Высокие	США, Австрия, Саудовская Аравия, Эстония, Чили
	Средние	Колумбия, Малайзия, Гватемала,
	Низкие	Иран, Судан, Ангола
	Минимальные значения показателя	
	Высокие	Пуэрто-Рико, Катар, Кипр
	Средние	Босния и Герцеговина, Российская Федерация, Мексика, ЮАР, Бразилия
	Низкие	Мадагаскар, Индонезия, Индия
Соотношение относительных показателей участия в финансировании МСП женщин и мужчин	Максимальные значения показателя	
	Высокие	Греция, Нидерланды, Кипр, ОАЭ, Саудовская Аравия
	Средние	Китай, Тайвань, Российская Федерация, Казахстан
	Низкие	Мадагаскар
	Минимальные значения показателя	
	Высокие	Австрия, Япония, Италия, Пуэрто-Рико, Ирландия, Швеция
	Средние	Аргентина, Болгария
	Низкие	Индия, Египет
Средний финансовый вклад в МСП женщин	Максимальные значения показателей	
	Высокие	Словакия, Япония, Словения, Италия, Кипр, Швейцария, Греция, Республика Корея
	Средние	–
	Низкие	–
	Минимальные значения показателя	
	Высокие	Панама, Уругвай
	Средние	ЮАР, Гватемала, Эквадор, Мексика
	Низкие	Мадагаскар, Судан, Ангола, Индия
Средний финансовый вклад в МСП мужчин	Максимальные значения показателя	
	Высокие	Кипр, Франция, Греция, Словакия, Италия, Люксембург, Япония, Швейцария, Катар, Республика Корея
	Средние	Китай
	Низкие	–
	Минимальные значения показателя	
	Высокие	Панама, Уругвай
	Средние	Гватемала, ЮАР
	Низкие	Судан, Мадагаскар, Индонезия, Ангола

Окончание табл. 3

1	2	3
Соотношение средних вкладов в МСП женщин и мужчин	Максимальные значения показателя	
	Высокие	Австралия, Кипр, Греция
	Средние	Болгария, Российская Федерация
	Низкие	Мадагаскар, Индонезия
	Минимальные значения показателя	
	Высокие	Катар, Франция, Люксембург, Нидерланды, США
	Средние	Босния и Герцеговина, Эквадор
	Низкие	Индия, Судан, Ангола, Египет

Источник: разработка автора на основе данных табл. 2.

Большие значения финансового вклада в МСП женщин и мужчин отмечают в основном в странах с высоким уровнем доходов, что совершенно логично. По странам с малыми значениями финансового вклада в МСП женщин и мужчин связь между этими показателями и уровнями доходов населения не прослеживается. Также не выявилась связь связей между уровнем доходов населения со значениями следующих четырех показателей: удельные веса женщин и мужчин, участвующих в финансировании новых МСП, соотношение значений показателей участия в финансировании МСП, соотношение средних значений вкладов. Таким образом, гипотеза 3 получила частичное подтверждение, поскольку она не выполняется только в странах, для которых характерны значения финансового вклада в МСП женщин и мужчин превосходящие верхние границы интервалов, указанных в столбце 3 табл. 2.

Заключение

Научная новизна и оригинальность представленного исследования заключается в следующем:

- проведена оценка показателей, характеризующих внешние инвестиции в МСП мужчинами и женщинами в различных странах;
- проведено моделирование распределений шести показателей, описывающих внешние инвестиции для начинающих предпринимателей;
- установлено, что доля мужчин, вовлеченных во внешнее финансирование МСП, выше по сравнению с аналогичным показателем женщин. Тем самым доказано существование гендерного разрыва во внешнем финансировании малого и среднего бизнеса;
- установлены средние значения вкладов физических лиц в инвестиции для начинающих предпринимателей;
- показано наличие существенных различий в значениях шести рассматриваемых показателей по странам; выделены страны с высокими и низкими значениями анализируемых показателей, выходящими за диапазон вариации, характерный для основного массива стран.

Совокупность результатов подтверждает вывод о наличии гендерных различий в содействии развитию малого и среднего предпринимательства.

Полученные результаты имеют теоретическое и практическое значение для правительств и предпринимателей. Представленный в статье методический подход к оценке внешнего финансирования новых МСП может получить развитие в дальнейших исследованиях, а также использоваться в образовательном процессе в университетах. Дальнейшие исследования могут быть направлены на детализацию

структуры получателей внешнего финансирования среди предпринимателей, а также выявление значимости инвестиций физических лиц для развития разных видов бизнеса (в сфере производства товаров, оказания услуг).

Источники

- Acs Z. J., Estrin S., Mickiewicz T., Szerb L. Entrepreneurship, Institutional Economics, and Economic Growth: an Ecosystem Perspective // *Small Business Economics*. 2018. Vol. 51. N 2. P. 501–514.
- Ahlers G. K., Cumming D., Günther C., Schweizer D. Signaling in Equity Crowdfunding // *Entrepreneurship: Theory and Practice*. 2015. Vol. 39. N 4. P. 955–980.
- Block J. H., Colombo M. G., Cumming D. J., Vismara S. New Players in Entrepreneurial Finance and Why they Are There // *Small Business Economics*. 2018. Vol. 50. P. 239–250.
- Caggese A. Financing Constraints, Radical Versus Incremental Innovation, and Aggregate Productivity // *American Economic Journal: Macroeconomics*. 2019. Vol. 11. N 2. P. 275–309.
- Campello M., Larrain M. Enlarging the Contracting Space: Collateral Menus, Access to Credit, and Economic Activity // *Review of Financial Studies*. 2016. Vol. 29. N 2. P. 349–383.
- Cole R. & Sokolyk T. Who Needs Credit and who Gets Credit? Evidence from Surveys of Small Business Finances // *Journal of Financial Stability*. 2016. N 24. P. 40–60.
- Ferrando A., Ruggieri A. Financial Constraints and Productivity: Evidence from Euro Area Companies // *International Journal of Finance and Economics*. 2018. Vol. 23. N 3. P. 257–282.
- Global Entrepreneurship Monitor 2018/2019 Women's Entrepreneurship Report. Global Entrepreneurship Research Association (GERA) / London Business School. London, 2019.
- Godke Veiga M., McCahery J. The Financing of Small and Medium-Sized Enterprises: An Analysis of the Financing Gap in Brazil // *European Business Organization Law Review*. 2019. N 20. P. 633–664.
- Kgoroadira R., Burke A., Stel A. Small Business Online Loan Crowdfunding: who Gets Funded and What Determines the Rate of Interest // *Small Business Economics*. 2019. N 52(1). P. 67–87.
- Kumar S., Rao P. A Conceptual framework for Identifying Financing Preferences of SMEs // *Small Enterprise Research*. 2015. Vol. 22. N 1. P. 99–112.
- Lopes A., Costa C. Alternative Sources of Funding for SMEs in the Portuguese Market // *AESTI-MATIO, the IEB International Journal of Finance*. 2017. N 15. P. 138–161.
- Moritz A., Block J. H., Heinz A. Financing Patterns of European SMEs- an Empirical Taxonomy // *Venture Capital*. 2016. Vol. 18. N 2. P. 115–148.
- OECD. High Growth Enterprises. What Governments can do to make a difference? / OECD Publishing, 2010.
- OECD. Financing SMEs and Entrepreneurs 2012: An OECD Scoreboard / OECD Publishing, 2012.
- Pinkovetskaia I., Slepova V. Estimation of Fixed Capital Investment in SMEs: the Existing Differentiation in the Russian Federation // *Business Systems Research*. 2018. Vol. 9. N 1. P. 65–78.
- Zubair S., Kabir R., Huang X. Does the Financial Crisis Change the Effect of Financing on Investment? Evidence from private SMEs // *Journal of Business Research*. 2020. Vol. 110. P. 456–463.

References

- Acs Z. J., Estrin S., Mickiewicz T. & Szerb L. Entrepreneurship, institutional economics, and economic growth: an ecosystem perspective. *Small Business Economics*, 2018, N 51(2), pp. 501–514.
- Ahlers G. K., Cumming D., Günther C., Schweizer D. Signaling in equity crowdfunding. *Entrepreneurship: Theory and Practice*, 2015, vol. 39(4), pp. 955–980.
- Block J. H., Colombo M. G., Cumming D. J., Vismara S. New players in entrepreneurial finance and why they are there. *Small Business Economics*. 2018, vol. 50, pp. 239–250.
- Caggese A. Financing constraints, radical versus incremental innovation, and aggregate productivity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2019, N 11(2), pp. 275–309.
- Campello M., Larrain M. Enlarging the Contracting Space: Collateral Menus, Access to Credit, and Economic Activity. *Review of Financial Studies*, 2016, N 29(2), pp. 349–383.
- Cole R., Sokolyk T. Who needs credit and who gets credit? Evidence from surveys of small business finances. *Journal of Financial Stability*, 2016, N 24, pp. 40–60.
- Ferrando A. & Ruggieri A. Financial constraints and productivity: evidence from Euro area companies. *International Journal of Finance and Economics*, 2018, N 23(3), pp. 257–282.
- Global Entrepreneurship Monitor 2018/2019 Women's Entrepreneurship Report*. Global Entrepreneurship Research Association (GERA). London Business School, London, United Kingdom, 2019.

Godke Veiga M., McCahery J. The Financing of Small and Medium-Sized Enterprises: An Analysis of the Financing Gap in Brazil. *European Business Organization Law Review*, 2019, N 20, pp. 633–664.

Kgoroadira R., Burke A., Stel A. Small business online loan crowdfunding: who gets funded and what determines the rate of interest. *Small Business Economics*, 2019, N 52(1), pp. 67–87.

Kumar S., Rao P. A conceptual framework for identifying financing preferences of SMEs. *Small Enterprise Research*, 2015, N 22(1), pp. 99–112.

Lopes A., Costa C. Alternative sources of funding for SMEs in the Portuguese market. *AESTIMATIO, the IEB International Journal of Finance*, 2017, N 15, pp. 138–161.

Moritz A., Block J. H., Heinz A. Financing patterns of European SMEs- an empirical taxonomy. *Venture Capital*, 2016, N 18(2), pp. 115–148.

OECD. High Growth Enterprises. What Governments can do to make a difference? OECD Publishing, 2010.

OECD. Financing SMEs and Entrepreneurs 2012: An OECD Scoreboard, OECD Publishing, 2012.

Pinkovetskaia I., Slepova V. Estimation of Fixed Capital Investment in SMEs: the Existing Differentiation in the Russian Federation. *Business Systems Research*, 2018, N 9(1), pp. 65–78.

Zubair S., Kabir R., Huang X. Does the financial crisis change the effect of financing on investment? Evidence from private SMEs. *Journal of business research*, 2020, vol. 110, pp. 456–463.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бизяев Антон Игоревич, лаборант-исследователь Института востоковедения РАН, abizyaev@ya.ru

Букин Кирилл Александрович, канд. физ.-мат. наук, доцент Департамента теоретической экономики Национального исследовательского университета — «Высшая школа экономики», kbukin@hse.ru

Вьяматнина Юлия Викторовна, канд. экон. наук, профессор, декан факультета экономики Европейского университета в Санкт-Петербурге, uv@eu.spb.ru

Гарафутдинов Роберт Викторович, аспирант кафедры информационных систем и математических методов в экономике Пермского государственного национального исследовательского университета, rvgarafutdinov@gmail.com.

Гурова Елена Павловна, канд. филол. наук, старший преподаватель кафедры журналистики и массовых коммуникаций Пермского государственного национального исследовательского университета; аспирант Института экономики Уральского отделения РАН, eg555a@yandex.ru

Дмитриев Михаил Эгонович, докт. экон. наук, президент Хозяйственного партнерства «Новый экономический рост», mikhaieldm@mail.ru

Елисеева Ирина Ильинична, докт. экон. наук, профессор, член-корр. РАН, зав. кафедрой статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного экономического университета, irinaeliseeva@mail.ru

Зимоха Алексей Юрьевич, канд. геогр. наук, руководитель группы проектов Хозяйственного партнерства «Новый экономический рост», alexz6@yandex.ru

Ткаченко Мария Владимировна, аспирант и преподаватель базовой кафедры инфраструктуры финансовых рынков Национального исследовательского университета — «Высшая школа экономики»; главный экономист департамента Wealth Management ПАО «Совкомбанк», mtkachenko@hse.ru

Пиньковецкая Юлия Семеновна, канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономического анализа и государственного управления Ульяновского государственного университета, judy54@yandex.ru

Полякова Екатерина Владимировна, докт. техн. наук, профессор факультета экономики Европейского университета в Санкт-Петербурге, epolyakova@eu.spb.ru

Попович Лариса Дмитриевна, канд. биол. наук, директор Института экономики здравоохранения Национального исследовательского университета — «Высшая школа экономики», popovichld@gmail.com

АННОТАЦИИ

К. А. Букин

Эволюционные модели предпочтений

В этом обзоре мы дадим возможность получить представление о достижениях микроэкономической теории в области эволюции предпочтений, дать классификацию подходов, рассказать об основополагающих работах, давших начало направлениям в исследованиях эволюции предпочтений. Основное внимание будет уделено преобладающему на протяжении последних почти 30 лет так называемому косвенному эволюционному подходу, основанному на использовании методов динамической теории игр. Но наряду с этим подходом рассматриваются и альтернативные методы, впервые примененные такими известными экономистами, как Й. Вейбулл и Т. Бергстром. Отдельно будут рассмотрены работы, посвященные динамике конкретных предпочтений, таких как межвременные предпочтения, меняющиеся с возрастом индивида, формирование неприятия риска и некоторые другие. Для облегчения навигации по обзору он разбит на несколько разделов. Те из работ, которые послужили основой для серии публикаций, рассмотрены по возможности подробно.

Ключевые слова: предпочтения экономических агентов; динамические игры; теория полезности; эволюционный подход.

Ю. В. Вымятина, Е. В. Полякова

Эволюция подходов к моделированию инфляционных ожиданий

В статье рассматривается эволюция восприятия инфляционных ожиданий макроэкономистами, а также генезис подходов к их моделированию. В начале статьи обсуждается моделирование инфляционных ожиданий при гиперинфляции, включая теоретические и эмпирические работы, а также малоизвестный подход к моделированию инфляционных ожиданий Мориса Алле. Моделирование инфляционных ожиданий для умеренных значений инфляции разбирается в контексте дебатов относительно адаптивных или рациональных ожиданий, а также с учетом новых возможностей выявления инфляционных ожиданий и их динамики путем экспериментов либо машинного анализа текста. В заключении авторы выражают надежду, что данная статья может послужить отправной точкой для более глубокого изучения различных аспектов моделирования инфляционных ожиданий.

Ключевые слова: инфляция; гиперинфляция; ожидания; денежно-кредитная политика; макроэкономическое моделирование; машинное обучение; экспериментальная экономика.

М. В. Ткаченко

Принципы и перспективы конструирования структурных корзинных нот на кредитный риск российских эмитентов

На данный момент отечественных исследований, посвященных проблеме ценообразования структурных продуктов, зависящих от нескольких базисных активов, причем которое поднимало бы вопрос ценообразования таких продуктов на российском рынке, нам неизвестно. Цель данной статьи — оценить справедливую стоимость и перспективы конструирования структурных нот «до первого дефолта» («first-to-default», *FTD*) на основе *CDS* на риск российских

эмитентов. Нами сконструировано 715 нот и рассчитана их справедливая стоимость и соотношение «риск—доходность» с использованием модифицированного коэффициента Шарпа. В статье приведен анализ российского рынка *CDS*, на основании которого сделан вывод о его перспективах как поставщика базисных активов для *FTD*-нот.

Ключевые слова: структурный продукт; справедливая стоимость; дефолт; копула.

Р. В. Гарафутдинов, Е. П. Гурова

Об одном подходе к формированию инвестиционного портфеля Марковица с применением фрактального анализа

В статье описан подход к формированию инвестиционных портфелей на основе отбора активов по критерию фрактальной размерности их ценовых рядов как меры их стабильности, предсказуемости. Гипотеза исследования состоит в том, что портфель, сформированный из активов с более низкой величиной размерности, обладает лучшими характеристиками (доходностью, риском), чем портфель из активов с более высокой размерностью. Получены следующие основные результаты. Портфели из активов с наименьшей размерностью обладают более низким риском, чем портфели из активов с наибольшей размерностью и портфели, диверсифицированные по отраслям экономики. При этом использование различных методов оценки фрактальных характеристик приводит к вхождению разных активов в состав портфелей, сформированных по одному принципу

Ключевые слова: инвестиционный портфель; фрактальный анализ финансовых временных рядов; фрактальная размерность; показатель Херста; временные ряды с переменной структурой; Python; R.

М. Э. Дмитриев, А. Ю. Зимоха, Л. Д. Попович

Возможности реализации концепции ответственного самолечения в России

Существующие исследования свидетельствуют о широком распространении самолечения в России, однако выбор способов и средств для устранения симптомов недомоганий часто оказывается неадекватен заболеваниям и может вызывать непредсказуемые последствия. В статье рассматривается возможность создания информационной экосистемы в целях формирования навыков ответственного самолечения у населения страны с учетом международного опыта и рекомендаций ВОЗ. По предварительной оценке, распространение ответственного самолечения приведет к экономии порядка 100 млрд руб., что составляет 4% бюджета здравоохранения.

Ключевые слова: ответственное самолечение; эффективность здравоохранения; стоимость статистической жизни; профилактика заболеваний; поведенческое таргетирование.

А. И. Бизяев

Дефицит транспортной инфраструктуры и экономическое развитие на примере Израиля

В работе рассматривается влияние дефицита транспортной инфраструктуры на экономику на примере Израиля с помощью межстранового анализа. Для рассмотрения были отобраны данные по 17 экономическим и транспортным показателям для 27 стран и применены методы факторного, кластерного и регрессионного анализа. Полученные результаты указывают на то, что в Израиле

наблюдается продолжительный и острый дефицит транспортной инфраструктуры, который сдерживает экономическое развитие страны.

Ключевые слова: экономика транспорта; дефицит транспортной инфраструктуры; экономика Израиля.

Ю. С. Пиньковецкая

Внешнее финансирование предпринимательства в различных странах: гендерный аспект

Целью статьи является сравнение показателей, описывающих участие мужчин и женщин во внешнем финансировании создания новых малых и средних бизнесов в разных странах. В качестве исходной информации в нашем исследовании использовались данные, полученные по итогам реализации проекта «Глобальный мониторинг предпринимательства». В процессе исследования были оценены показатели, характеризующие участие мужчин и женщин в инвестициях в новое предпринимательство, а также средние значения соответствующих вкладов. Доказано, что удельный вес численности мужчин, вовлеченных во внешнее финансирование, выше по сравнению с аналогичным показателем для женщин. Это свидетельствует о наличии гендерного разрыва. Полученные результаты имеют теоретическое и практическое значение для правительств и предпринимателей.

Ключевые слова: предпринимательство; инвестиции в предпринимательство; внешнее финансирование; гендерный разрыв; участие женщин и мужчин в финансировании.

SUMMARIES

K. A. Bukin

Models of Preferences Evolution

In this review of research publications we describe the advances of the microeconomic theory in the field of the evolution of preferences. It is shown that the leading approach based on the evolutionary games is so-called “indirect evolutionary approach”. Although being prevailing for the last 30 years this method has been compelled by such economists as T. Bergstrom and J. Weibull. This review depicts their main achievements in the field of evolution of preferences. Along with the big names contributions we consider some specific evolutions of preferences, namely the dynamics of intertemporal preferences with age, the mechanism of the risk adversity formation and some other.

Keywords: preferences of economic agents; dynamic games; utility theory; evolutionary approach.

Yu. V. Vymyatnina, E. V. Polyakova

Evolution of Inflation Expectations Modelling Approaches

The paper considers evolution of macroeconomists’ attitude towards inflation expectations as well as genesis of approaches to their modelling. We devote a separate section to modelling inflation expectations under hyperinflation, including theoretical and empirical papers in our analysis, as well as less-known approach to modelling inflation expectations by Maurice Allais. We consider modelling inflation expectations in the context of adaptive vs rational expectations debate and accounting for the new opportunities of extracting inflation expectations and their dynamics through experiments or via text analysis by means of machine learning. We intend this paper to serve as a starting point for a deeper study of various aspects of inflation expectations modelling.

Keywords: inflation; hyperinflation; inflation expectations; monetary policy; macroeconomic modelling; machine learning; experimental economics.

M. V. Tkachenko

The Principals and Perspectives of Basket Credit Notes Structuring: the Case of Russian Issuers

Nowadays there are few researches which investigate the pricing methods for structured products which depend on several underlying assets and no researches devoted to this topic in the case of Russian market. The aim of this article is to estimate fair value of first-to-default structured notes based on Russian issuers *CDS* and to conclude is it possible to construct this type of notes under the conditions of Russian market. We construct 715 first-to-default notes and calculate its fair value. Besides, we estimate the return of notes compared to its risk using modified Sharp ratio. The article demonstrates the analysis of Russian *CDS* market and its perspectives as a source of underlying assets for first-to-default notes.

Keywords: structured product; fair value; default; copula.

R. V. Garafutdinov, E. P. Gurova

On One Approach to the Formation of Markowitz’s Investment Portfolio Using Fractal Analysis

The article describes the approach to formation of investment portfolios based on the selection of assets by the criterion of fractal dimension of their price series as a measure of

their stability and predictability. The hypothesis of the research is that a portfolio formed of assets with lower dimension value has better characteristics (profitability, risk) than a portfolio of assets with higher dimension value. The following main results have been obtained. Portfolios of assets with the smallest dimension value have lower risk than portfolios of assets with the largest dimension value and portfolios diversified by economic sector. At the same time, the use of different methods of fractal characteristics evaluation leads to the inclusion of different assets into portfolios formed on the same principle.

Keywords: investment portfolio; time series fractal analysis; fractal dimension; Hurst index; time series with variable structure; Python; R.

M. E. Dmitriev, A. Yu. Zimokha, L. D. Popovich

Implementation Potential of Responsible Self-Care in Russia

Self-care and self-medication in particular are practiced by many Russians. But such practices are often ill informed and, in those cases, tend to be more harmful than beneficial to patients. The article explores the possibilities of developing a new information ecosystem which enables responsible self-care skills among Russians taking into account the best international practices and WHO recommendations. Preliminary estimates suggest that responsible self-care could help to save about 100 billion rubles a year or 4% of Russia's health budget.

Keywords: self-care; efficiency of health care; prevention of diseases; value of a statistical life; behavioral targeting.

A. I. Bizyaev

Transport Infrastructure Deficit and Economic Development: Israeli Case

The present paper studies the impact of transport infrastructure deficit on the economy with Israel as an example. 27 countries have been selected for international comparison using methods of factor analysis, cluster analysis and regression analysis. The results show that Israel has persistent and severe transport infrastructure deficit which hampers economic development of the country.

Keywords: transport economics; transport infrastructure deficit; Israeli economy.

Yu. S. Pinkovetskaia

External Financing of Entrepreneurship in Various Countries: Gender Perspective

The purpose of the paper is to evaluate indicators describing the participation of men and women in external financing of new small and medium-sized businesses in different countries. As the initial information in our study, we used data obtained from the implementation of the Global Entrepreneurship Monitoring Project. The study evaluated indicators that characterize the participation of men and women in investments in new businesses, and the average values of the corresponding contributions. It is proved that the share of the number of men involved in external financing is higher compared to the same indicator for women. So, there is a gender gap. The results obtained are of theoretical and practical significance for governments and entrepreneurs.

Keywords: new entrepreneurship; investment in entrepreneurship; external financing; gender gap; participation of women and men in financing.

CONTENTS

<i>I. I. Eliseeva</i> On the Turn of the Following Years	3
ECONOMIC THEORY	
<i>K. A. Bukin</i> Models of Preferences Evolution	7
<i>Yu. V. Vymyatnina, E. V. Polyakova</i> Evolution of Inflation Expectations Modelling Approaches	29
FINANCIAL MANAGEMENT	
<i>M. V. Tkachenko</i> The Principals and Perspectives of Basket Credit Notes Structuring: the Case of Russian Issuers	52
<i>R. V. Garafutdinov, E. P. Gurova</i> On One Approach to the Formation of Markowitz's Investment Portfolio Using Fractal Analysis	77
GOODS AND SERVICES MARKET	
<i>M. E. Dmitriev, A. Yu. Zimokha, L. D. Popovich</i> Implementation Potential of Responsible Self-Care in Russia	94
<i>A. I. Bizyaev</i> Transport Infrastructure Deficit and Economic Development: Israeli Case.....	105
BUSINESS ENVIRONMENT	
<i>Yu. S. Pinkovetskaia</i> External Financing of Entrepreneurship in Various Countries: Gender Perspective.....	116
Information about the Authors	125
Annotation	126
Summaries	129
Contents	131

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ФИНАНСЫ И БИЗНЕС»

1. Содержание статьи должно соответствовать тематическим направлениям журнала, обладать определенной новизной и представлять интерес для широкого круга читателей.

2. Опубликованные материалы, а также рукописи, находящиеся на рассмотрении в других изданиях, к рассмотрению не принимаются.

3. Рукопись представляется в редакцию в электронном виде файла в формате Word для Windows и по возможности в виде распечатки (желательно на лазерном принтере) в двух экземплярах через два интервала с размером шрифта не менее 12 кегля с полями не менее 20 мм. Рукопись на бумаге должна строго соответствовать рукописи в электронном виде.

4. Объем рукописи не должен, как правило, превышать 1,5 авторского листа, т. е. 60 тыс. знаков или 33 машинописные страницы.

5. Рукопись на бумажном носителе должна иметь на всех страницах номера. Сквозные номера должны быть и для таблиц, и для рисунков. К графикам, построенным по конкретным цифрам (статистическим данным), необходимо приложить соответствующий файл Excel.

6. В электронном виде рукописи следует избегать кириллических букв в названиях файлов, при этом названия не должны содержать больше 8 знаков.

7. Таблицы и графики в тексте или приложениях к нему должны иметь заголовки, на каждую таблицу и график в тексте должны быть ссылки.

8. Иллюстрации обязательно должны иметь порядковый номер и названия. Таблицы и рисунки являются частью текста и должны допускать электронное редактирование.

9. Формулы следует набирать в редакторе MathType.

10. Список литературы приводится в конце рукописи в алфавитном порядке по фамилиям авторов в соответствии с принятыми стандартами библиографического описания. Ссылки на цитируемые источники даются указанием в круглых скобках авторов и года издания, соответствующей работы, например: (Петров, Сидоров, 2004, с. 23) или (Статистический сборник..., 2003, с. 56).

11. Отдельно прилагается список литературы, транслитерированный и переведенный на английский язык. Транслитерации и переводу подлежат все позиции на кириллице по следующему образцу:

Gishkaeva L. L. *Analiz zarabotnoj platy v realijah rossijskoj jekonomiki* [Analysis of wages in the realities of the Russian economy]. Moscow, 2015. (In Russian)

Grebennikov P. I. *Opasny li rossijskoj jekonomike mirovye finansovyje krizisy?* [Are the global financial crises dangerous for the Russian economy?]. *Finansy i biznes* [Finance and business], 2014, N 1, pp. 6–9. (In Russian)

Svodnye statisticheskie svedeniya o sostoyanii sudimosti v Rossii za 2012 god (№ 10.1 «Otchet o chisle privilechennyh k ugolovnoj otvetstvennosti i vidah ugolovnogo nakazaniya») [Summary statistical data on the criminal record in Russia for 2012 (No. 10.1 «Report on the number of criminal cases and types of criminal punishment»)]. Sudebnyj departament pri Verhovnom Sude Rossijskoj Federacii [Judicial Department of the Supreme Court of the Russian Federation]. Available at: <http://www.cdep.ru/index.php?id=79&item=1776> (accessed: 12.10.2017). (In Russian)

12. К рукописи прилагаются сведения об авторе(ах) на русском языке с указанием фамилии, имени, отчества, ученой степени и звания, места работы и должности, контактного телефона и электронного адреса, а также перевод заглавия и фамилий авторов на английский язык.

13. Распечатка должна быть подписана всеми авторами с указанием даты отправки.

14. К рукописи обязательно прилагаются аннотации статьи в объеме до 800 знаков на русском и английском языках, а также ключевые слова на русском и английском.

Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, не рассматриваются.

Редакция принимает на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи, сотрудниками редакции, членами редколлегии и редсовета, а также рецензентами данной работы.

Редакция направляет копии рецензий в Минобрнауки России по его запросу.

Все рукописи проходят обязательное анонимное рецензирование.

Плата за аспирантов за публикацию статьи не взимается.

Для получения оперативного ответа электронную версию рукописи рекомендуется посылать на адрес: fnbizdmitriev@yandex.ru

ПРИНЦИПЫ ЭТИКИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕЦЕНЗЕНТА

Рецензент осуществляет научную экспертизу авторских материалов, носящую непредвзятый характер и отвечающую следующим принципам:

- рукопись, полученная для рецензирования, рассматривается как конфиденциальный документ, который нельзя передавать для ознакомления или обсуждения третьим лицам без согласия редакционной коллегии;
- рецензент обязан дать объективную и аргументированную оценку изложенным результатам исследования;
- неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, не должны использоваться рецензентом в личных целях.

Рецензент должен обладать достаточной квалификацией для оценки рукописи и не иметь конфликта интересов с автором.

ПРИНЦИПЫ ЭТИКИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АВТОРА НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

Автор (коллектив авторов) несет персональную ответственность за новизну и достоверность результатов научного исследования, что предполагает соблюдение следующих принципов:

- авторы статьи должны предоставлять достоверные результаты проведенных исследований. Заведомо ошибочные или сфальсифицированные утверждения неприемлемы;
- авторы должны гарантировать оригинальность результатов исследования, изложенных в предоставленной рукописи. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы;
- в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования;
- авторы не должны предоставлять в журнал рукопись, которая была отправлена в другой журнал и находится на рассмотрении, а также статью, уже опубликованную в другом журнале;
- соавторами статьи должны быть указаны все лица, внесшие существенный вклад в проведение исследования;
- среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании;
- при обнаружении автором существенных ошибок или неточностей в статье на этапе ее рассмотрения или после ее опубликования он должен как можно скорее уведомить об этом редакционную коллегию журнала.

Редакционная политика журнала «Финансы и бизнес» соответствует рекомендациям международного Комитета публикационной этики (COPE).

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРИСЛАННЫХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ФИНАНСЫ И БИЗНЕС»

1. Рукопись, присылаемая в редакцию, должна соответствовать тематике журнала и требованиям к рукописям (оформление таблиц, графиков, ссылок на библиографию и интернет-издания).
2. Поступление рукописи статьи регистрируется в специальном журнале.
3. Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки.
4. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних трех лет публикации по тематике рецензируемой статьи.
5. Редакция журнала не более, чем в течение двух месяцев, проводит научное рецензирование рукописи.
6. Рецензирование анонимное. В качестве рецензентов выступают как члены редколлегии, так и привлеченные специалисты. Все рецензии регистрируются в специальном журнале.
7. При положительной рецензии редколлегия принимает решение о публикации статьи, о чем уведомляет автора в трехдневный срок после получения рецензии.
8. В случае, если рецензент предлагает автору доработать статью, текст рецензии высылается автору.
9. В случае отклонения статьи редакция высылает автору текст рецензии с мотивированным отрицательным заключением.
10. Редакция вправе отклонить статью в случае: несоблюдения автором правил оформления рукописи; выявления элементов плагиата; несоответствия статьи тематике журнала.
11. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение пяти лет.
12. Редакция направляет копии рецензий в Минобрнауки России по его запросу.

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ФИНАНСЫ И БИЗНЕС»

Подписку на журнал «Финансы и бизнес» на второе полугодие 2021 г. можно оформить во всех почтовых отделениях России и стран СНГ по каталогу «Пресса по подписке», подписной индекс журнала «Финансы и бизнес» Э46835 или в издательстве «Проспект».

Контактный телефон издательства: **8 (495) 651-62-62.**

E-mail: **mail@prospekt.org**

http://www.prospekt.org

Адрес издательства: **119285, Москва, ул. Мосфильмовская, 1.**

Контактный телефон редакции: **(812) 310-17-86.**

E-mail редколлегии: **finbizdmitriev@yandex.ru**

**Адрес сайта журнала «Финансы и бизнес»:
finbiz.spb.ru**

Замеченные опечатки:

В статье V. A. Makarova, A. Dalal «Information Asymmetry, Short-Termism and Firm Survival: Evidence From Russia», опубликованной в журнале «Финансы и бизнес» № 3 за 2020 г., пропущена сноска:

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта No 19-310-90085.

Полный текст журнала, начиная с № 1 за 2021 г., можно найти на платформе EBSCOhost



EBSCOhost

Подписано в печать 21.04.2021. Формат 70 × 108 ¹/₁₆.

Печать цифровая. Бумага офсетная.

Печ. л. 8,5. Тираж 400 экз. Заказ №