

1. НАУЧНЫЕ СТАТЬИ

1.1. ЦИФРОВИЗАЦИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМНЫЙ КРИЗИС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ

Козырев А. Н. – д.э.н., ЦЭМИ РАН, Москва

Цифровизация и быстрое развитие новых информационных, в том числе, сетевых технологий привели к появлению новых форм ведения бизнеса, избылицию информации и новых аналитических инструментов, о которых экономисты прошлого могли только мечтать. Последствия этих изменений для экономической науки оказались, в лучшем случае, неоднозначными. Кризис экономической теории, о котором раньше писали многие известные экономисты, лишь обострился, но именно это обстоятельство побуждает искать выход из кризиса, разбирая причины старых и новых неудач. Настоящая статья об этом.

Введение

О кризисе экономической теории писали многие экономисты, в том числе нобелевские лауреаты по экономике разных лет и не только они. В статье (Полтерович, 1998) приведена великолепная подборка высказываний на эту тему, а в аннотации к статье сказано, что

...экономическая теория испытывает глубокий и затяжной кризис, который должен привести к пересмотру ее целей и изменениям в организации исследований.

С этим утверждением трудно не согласиться, как и с аргументацией, приводимой для его обоснования. Дискутировать имеет смысл, прежде всего, о том, какие нужны изменения в подходе к изучению экономики, в том числе, к построению экономической теории, и как изменилась ситуация за прошедшие двадцать с лишним лет, в том числе, в связи с цифровизацией экономики. Также имеет смысл обсудить некоторые детали и оттенки смыслов, вкладываемых в те или иные высказывания. В основном это касается соотношения математических моделей и действительности, причем речь не только об экономике, и тем более, не только об экономической теории, хотя непосредственным поводом для этого послужила еще одна мысль из аннотации к той же статье.

... поставленная в ряде классических работ задача построения экономической теории по образцу физики, видимо, невыполнима.

Сразу следует обратить внимание на то, что сегодня сложно говорить о физике как о чем-то едином, хотя у физиков всегда было желание построить целостную картину мира. Поэтому образец лучше искать не в виде физики в целом, а внутри физики. Как ни парадоксально это звучит, наилучшим образцом для подражания может оказаться квантовая физика, поскольку экономика по своей сути квантовая, как и природа. Но дело не только в этом, а в принципиальной сложности измерений как в экономике, так и в квантовой физике. Если же смотреть на вопрос шире, то уместно говорить о более широком применении методов естественных наук, не только физики. В книге о квантовой экономике, написанной известным российским математиком (Маслов, 2006), с явным сочувствием цитируется высказывание еще более известного химика.

Мне говорят, ведь вы химик, а не экономист, зачем же входите не в свое дело? На это необходимо ответить тем, что истинного, правильного решения экономических вопросов можно ждать впереди только от приложения опытных приемов естествознания.

Д. И. Менделеев

При желании можно привести еще много высказываний как в пользу применения методов естественных наук, так и о неприемлемости такого подхода, причем как из прошлого века, так и совсем недавних. В этом заочном споре, где экономистам противостоят в основном физики, называющие себя эконофизиками, более чем химики или математики, стороны практически не слышат друг друга. Эконофизики, отягощенные знаниями физики и математики, слишком злоупотребляют физическими аналогиями, в том числе, при пояснении математических конструкций. Но их пояснения годятся скорее для физиков, чем для экономистов. Экономисты за очень редким исключением плохо воспринимают то и другое, а попутно отменяют и разумные доводы представителей естественных наук (не только физиков). Так было до цифровизации, а с ней ситуация только усугубилась.

Цифровизация и быстрое развитие новых информационных, в том числе, сетевых технологий привели к появлению новых форм ведения бизнеса и новых аналитических инструментов, о которых экономисты прошлого могли только мечтать. Казалось бы, это должно привести к расцвету экономической

науки, поскольку есть и прекрасные инструменты, и широкое поле для их применения, и гигантские массивы данных, собираемых с применением технических средств. Но расцвета экономической науки не происходит. Зато ярче обозначились хронические проблемы (Полтерович, 1998) и появились новые. Среди них дефицит внимания со стороны целевой аудитории, в том числе, со стороны представителей власти, ограниченный доступ к чувствительной информации и аналитическим инструментам, неспособность реагировать на быстрые изменения в способах ведения бизнеса. К этому можно добавить насмешливые сравнения в сетевых дискуссиях экономических прогнозов с предсказаниями погоды и критику со стороны представителей естественных наук, желающих порешать за экономистов экономические проблемы. Если не заниматься самообманом, приходится признать наличие глубокого кризиса в экономической науке, причем системного, затронувшего самые ее основы, включая обеспечение исследований надежными источниками информации и аналитическими инструментами, позволяющими работать с большими данными, а также кадрами, способными то и другое эффективно использовать.

Каждая из перечисленных выше проблем – отдельная тема, развиваемая далее сначала в виде кратких тезисов, а потом более подробно в коротких топиках. Дважды упомянутая выше статья В.М. Полтеровича служит далее в качестве своего рода точки отсчета. Она содержит много полезных сведений и авторских оценок, с которыми трудно не согласиться. Но с момента публикации этой статьи прошло 22 года. За это время в реальной экономике произошли огромные изменения, практически не замеченные экономической теорией, сосредоточенной на себе самой (Ковалев, 2018). В этой связи к ней появились новые претензии, но наиболее дискуссионным представляется вопрос о том, что надо делать. Тут у меня радикально иная позиция, чем заявлена в (Полтерович, 1998). Выход я вижу в формировании и постепенном расширении круга исследователей – представителей разных наук, способных понять друг друга и применять математические методы любой сложности к реальным экономическим задачам. Самое важное здесь – правильно выбирать задачи и правильно ставить вопросы. Ни одна наука (даже физика) не всеильна, яркий пример тому – невозможность прогноза погоды приемлемой точности на сколько-нибудь длительный срок. Однако у физики есть ряд несомненных достижений. Того же хочется пожелать и экономической науке в эпоху цифровизации экономики. Но для начала нужно ясно видеть проблемы, накопившиеся внутри самой науки. Ниже они сформулированы в виде семи кратких тезисов.

1. Большие данные на сегодняшний день широко используются теми, кто обладает необходимыми для этого инструментами и умеет ими пользоваться. Экономисты в этот круг, вообще говоря, не входят. Более того, их не очень туда пускают без подписи документа о неразглашении.
2. Доступ к чувствительной информации (не только к большим данным) имеют лишь ангажированные экономисты-исследователи, то есть те и только те, кто работает в интересах обладателя соответствующих данных и сведений. Благодаря доступу к чувствительной информации они могут лучше понимать причинно-следственные связи между событиями и мотивы поведения своих клиентов, но они жестко ограничены в возможности раскрывать эту информацию и публиковать получаемые выводы. Академические (в широком смысле этого слова) и независимые экономисты, как правило, доступа к чувствительной информации не имеют.
3. Аналитические инструменты, позволяющие работать с большими объемами информации, такие как Thomson Reuters Eikon, Thomson Reuters Innovations и подобные им, как правило, слишком дороги. Большинству академических экономистов они недоступны по цене. Но и те, кто получает доступ к таким инструментам, часто ими не пользуются, так как не умеют.
4. Математические модели и методы, разработанные в попытке строить экономическую науку по образцу физики, оказались неадекватными экономической реальности за очень небольшим исключением. Но еще большая проблема состоит в неумении пользоваться даже тем, что есть и хорошо работает при правильном применении, но изучается поверхностно, а потому применяется некорректно и часто приводит к нелепым выводам.
5. Пополнить арсенал математических инструментов, используемых экономистами, сами они не могут. Теоретически, это могут сделать понимающие экономику математики или физики, но практически это плохо получается. Включаясь в экономические исследования, физики привносят в них не только математическую технику, но и привычные им образы реальности, а математики предпочитают задачи, имеющие сложное и красивое решение – своего рода «игрушки».
6. Экономистов, позиционирующих себя как ученые, слишком много, это мешает им слышать и понимать друг друга. Представители власти слушают только удобных им «экспертов», причем тогда и только тогда, когда их суждения и расчеты подтверждают намерения властей, придавая решениям властей «научную обоснованность».
7. Прогнозы в экономике полностью укладываются в известную формулу Черномырдина: «Прогнозирование — чрезвычайно сложная вещь, особенно когда речь идет о будущем». Примерно то же самое до него говорил физик Нильс Бор. Тем не менее, от экономистов, позиционирующих себя как аналитики или ученые, постоянно ждут верных предсказаний, а еще и их простого объяснения. Чуда не происходит, но объяснение того, что и почему произошло, всегда находится.

Дальнейшее обсуждение имеет смысл начать именно с несбывшихся и сбывшихся прогнозов, а потом двигаться дальше от одного из изложенных выше тезисов к другому до полного их исчерпания.

Прогнозы в экономике и кадры экономической науки

Вопросы об экономических прогнозах и кадрах экономической науки связаны гораздо более тесно, чем принято считать. И дело тут даже не в качестве этих кадров как таковом, а в соотношении их претензий и реального положения, хотя и в качестве тоже. В конце концов, несоответствие претензий и реального положения – это именно о нем (качестве кадров), но лучше все по порядку.

Трампа, нобелевские лауреаты по экономике и несбывшиеся прогнозы

Открытое письмо Трампу с призывом отказаться от повышения ввозных пошлин, опубликованное 4 мая 2018, подписали 1144 эксперта, в том числе 15 нобелевских лауреатов. Авторы письма, ссылаясь на фундаментальные экономические принципы, напомнили американским властям, что в 1930 году более тысячи экономистов также выступили с аналогичным посланием, призвав отклонить закон Смута-Хоули о росте пошлин на ряд товаров. «Конгресс в 1930 году не прислушался к их совету, и за это заплатили граждане США», — говорится в документе¹, подписанном лауреатами и прочими экспертами. Но Трампа это не остановило, как и его коллегу из далекого уже 1930 года. И что же случилось?

Сейчас, в конце 2019 года вполне очевидно, что политика Трампа не привела к обещанному кризису, напротив, экономика США растет неожиданно высокими темпами, безработица снижается, улучшаются практически все основные индикаторы. Разумеется, нельзя утверждать, что такой рост – следствие политики Трампа. Но ровно то же самое касается депрессии 1929 – 1933 годов, которая затронула не только США и, вполне возможно, вообще не имела отношения к закону Смута-Хоули. Доказать наличие связи тут невозможно по причине невозпроизводимости начальных условий, но точно так же невозможно доказать и обратное, причем ровно по тем же причинам. Невозможно вернуться в прежнее состояние и прислушаться к мнению хора из признанных светил экономической науки, поскольку в экономике почти никогда нет возможности повторить условия эксперимента. В этом заключается одна из главных проблем фундаментальной экономической науки, о которой не раз писали сами экономисты, но в данном случае интересно совсем другое.

Поражает число экономистов, посчитавших уместным подписать упоминавшиеся выше письма, причем речь не о гражданской смелости, хотя письма в обоих случаях адресованы президентам великой страны (США). Речь о том, что такое количество людей в одной стране причисляет себя к своего рода посвященным, понимающим, что для экономики хорошо, а что плохо. Примечательно и то, как спокойно власть проигнорировала их совет.

Неискушенный в таких делах «читатель газет»² может подумать, что президент США вообще не имеет привычки слушать советы умных людей, да еще и специалистов в области экономики. Разумеется, это не совсем так, точнее, совсем не так. Любой руководитель высокого уровня имеет советников, которым доверяет, но именно они никогда не обращаются к нему с открытыми письмами, поскольку для них существуют другие формы общения. Подробно об этом я уже писал в эссе об успехе в экономической науке³. Повторяться не буду, но от сказанного там не отказываюсь и рекомендую прочесть тем, кто не хочет оставаться в плену дилетантских заблуждений «читателей газет».

Неточности в прогнозах погоды и почему это всего лишь нормально

Важно разобраться с претензиями на точность прогноза и реальными возможностями. А потому здесь уместно сравнение экономических прогнозов с прогнозами погоды, где дела обстоят немногим лучше, а неудачи видны всем и сразу. Между тем, прогнозирование погоды основано на достижениях геофизики и вычислительной математики, а геофизика – часть физики. Получается парадоксальная на первый взгляд ситуация: науки точные, а прогноз на их основе, как правило, неточный. Но это отнюдь не свидетельствует о несостоятельности геофизики и вычислительной математики. У них достаточно реальных достижений, а точные они лишь при наличии достаточно полной и достоверной информации, а также вычислительных мощностей для ее обработки. Именно этого у нас для точного прогноза погоды сегодня нет и в ближайшем будущем не будет. Речь даже не о том, чтобы считать траектории молекул воды и газа, все гораздо проще и ближе к земле, речь о плотности сетки, количестве измерительных пунктов и других вполне прозаических вещах. Тут все отнюдь не проще, чем в экономике, причем даже без теории хаоса, по вполне прозаическим причинам.

В экономике ситуация иная, прежде всего, в части претензий и соответствия поставленных задач реальным возможностям, а отнюдь не принципиальной неразрешимости или неподъемной сложности проблем. Синоптики говорят о том, что может произойти или произойдет с какой-то вероятностью, не сообщая, с какой именно, чтобы не грузить публику лишней информацией. Они не говорят Погоде, что надо делать, а что не надо. У экономистов претензии несоизмеримо выше, а разрыв между претензиями и реальными возможностями несоизмеримо больше. Они могут публично говорить президенту страны (США), чего он делать ни в коем случае не должен в силу неизбежных негативных последствий. Если бы по каким-то причинам их прогноз последствий в случае послушания Трампа сбылся, то удар по его и так

¹ <https://ria.ru/20180504/1519927083.html>

² Он же – глотатель пустот, см. М. Цветаева «Читатели газет», Вав, 1-15 ноября 1935, стихотворение доступно по ссылке <https://slova.org.ru/cvetaeva/chitateligazet/>

³ Экономическая наука в поисках главного читателя. Опубликовано <https://bit.ly/2ZC7fCJ>

невысокой популярности мог бы быть сокрушительным. А сейчас, когда прогноз явно не оправдался, экономисты-теоретики ищут объяснение несоответствия прогноза наступившей реальности. Например, можно объяснить, что при Обаме много вкладывалось в науку и технический прогресс. А согласно теории и модели Ромера, это должно было неминуемо привести к экономическому росту в последующий период. Наконец, рост по Ромеру и Обаме оказался столь значительным, что перевесил негативные последствия реформ Трампа. Возможно, так оно и есть, но причин, влияющих на развитие ситуации в экономике, слишком много. По факту 1144 эксперта, включая 15 нобелевских лауреатов по экономике, публично «сели в лужу», но виноваты они лишь в том, что сильно переоценили свое понимание ситуации в экономике на момент предсказания. Впрочем, бывают и удачные, и даже невероятные удачные предсказания экономистов и социологов, но не в таких громких делах. Один из таких примеров касается цифровой экономики самым непосредственным образом.

Цифровая экономика и «Природа фирмы»

Автор термина «цифровая экономика» (digital economy) Дон Тапскотт строил свои прогнозы (Tapscott, 1995) о переходе бизнеса из фирм в медиа и появлении новых форм ведения бизнеса, опираясь на теорию транзакционных издержек, разработанную Рональдом Коузом и изложенную впервые в статье «Природа фирмы» (Coase, 1937). Многие предсказания Тапскотта, основанные на теории Коуза, сбылись, что свидетельствует в пользу экономической науки как таковой: теория показала свою прогностическую силу. Но тут есть один нюанс. Редкая статья Коуза обходилась без жесткой, доходящей иногда до издевательства критики экономической науки (Coase, 1974). Не стала исключением и статья 1937 года, хотя в ней критика мягче, чем в (Coase, 1974). Как заметил сам Коуз в 1988 году, эту статью часто цитировали, впрочем, совсем не так, как ему хотелось бы (Coase, 1988). Приведем его замечание в переводе Б. Пинскера.

В СОВРЕМЕННОЙ экономической теории фирма есть та организация, которая преобразует исходные ресурсы в конечный продукт. Почему существуют фирмы, что определяет число фирм и их специализацию (потребляемые ими ресурсы и выпускаемые продукты), – эти вопросы не интересуют большинство экономистов. Для экономической теории фирма, как сказал недавно Хан, – это «теневая фигура» (Коуз, 1993, с.8).

Иначе говоря, Коуза интересовали именно те вопросы, которые экономическая теория так и не усвоила, хотя между выходом статьи «Природа фирмы» и написанием книги, из которой взята цитата, прошло более 50 лет.

С тех пор, как Коуз написал эти грустные слова, прошло еще 40 лет. За это время Коуз успел получить нобелевскую премию по экономике (1991), опубликовать довольно сомнительную книгу о том, «как Китай стал капиталистическим» (Coase, Wang, 2012), и стать невероятно популярным в России, где эту книгу уже перевели (Коуз, Ванг, 2016). Его цитируют и физики, ставшие финансистами, и известные российские экономисты. Интерес экономической науки к экономике предприятия (фирмы) чрезвычайно высок, как и к вопросам управления в более широком смысле. Об этом можно судить, например, по количеству диссертаций, защищаемых по специальности «Экономика и управление народным хозяйством», куда входит экономика, организация и управление предприятиями. Об этом можно поговорить позже в связи с вопросом о количестве и качестве кадров экономической науки. А вопрос о качестве этих диссертаций оставим Диссернету и другим санитарам научного пространства. С методологической точки зрения важнее вопрос о том, что тут можно выносить на суд научного сообщества, а что нет.

Парадокс заключается в том, что выносить на суд научной общественности почти ничего стоящего нельзя, поскольку обычно это – чувствительная информация. Ее разглашение задевает чьи-то интересы в бизнесе и не только. В отдельных случаях можно выносить на публику обезличенные данные, причем в таком виде, чтобы никто не догадался, к чему они реально относятся. Возможно, я немного утрирую, но скорее, несколько даже приглушаю краски.

Бизнес-Консультанты как информированные, но ангажированные экономисты

Руководители бизнеса, как бы по должности они ни назывались, пользуются услугами и собственных советников, и привлекаемых по конкретному случаю консультантов. Те и другие подписывают соглашения о неразглашении конфиденциальной информации или договор раскрытия информации, составляющей коммерческую тайну, а потому они очень ограничены в публичной демонстрации своих специальных познаний. Зато они могут публично высказываться именно по тем вопросам, где они не совсем специалисты, не допущены к чувствительной информации, а слушать их никто из лиц, принимающих решения, не собирается. Или же, как вариант, консультанты по бизнесу пишут книги, где информация раскрывается ровно до того места, когда читателю – потенциальному клиенту должно стать понятно, куда именно ему следует обратиться за консультацией в случае возникновения проблем.

Из опыта работы (1994-1996) в московском офисе фирмы E&Y я вынес много полезного на этот счет, а также два слогана, которыми всегда и со всеми готов поделиться. Первый из них – «Консультанту надо показывать все, как гинекологу», второй – «Консультационный бизнес – это армия, где самый нижний чин – полковник». Разумеется, на практике ни тот, ни другой принцип не соблюдается в полной мере, но сотрудников консультационных фирм мирового класса такие слоганы сильно ободряют, стимулируя приход на работу, как минимум, за полчаса до официального начала рабочего дня и уход на два часа

(можно и больше) позже его окончания. Часть правды в этих слоганах все же есть. Консультант, приходя на фирму для оказания помощи в сложной ситуации, может быть полезен лишь в том случае, если он превосходит по квалификации руководителя профильного отдела фирмы – клиента. В этом смысле он – «полковник», поскольку «генерал» – это не звание, а счастье». Что касается «показывать все», то клиент понимает простую истину – «сегодня консультант разговаривает с ним, а с кем будет общаться завтра (тоже на условиях конфиденциальности), угадать сложно». А потому излишняя откровенность может дорого стоить. Здесь надо видеть разницу между консультантом и адвокатом, который всегда на стороне обвиняемого против прокурора в состязательном процессе защиты и обвинения. Консультант работает на повышение эффективности бизнеса и конкурентоспособности сегодняшнего клиента, а потому активно против его конкурентов. Одновременно он сам набирается опыта, учится у клиента. Потом этим опытом очень хочется поделиться с новыми клиентами, а поделиться с ними опытом за хорошее вознаграждение хочется еще больше. А потому откровенничают с консультантами не все и не всегда.

О кадрах экономической науки, футболе и воспитании чужих детей

Чтобы оценить популярность экономической науки среди ищущих применения своих умственных способностей юных граждан, уместно сравнить данные о закончивших аспирантуру, в том числе с защитой диссертации, по этой специальности, по экономической теории, экономическим наукам в целом и по каким-нибудь естественным наукам, например, по физико-математическим (в целом). В таблицах 1-3 приведены соответствующие данные Росстата за период с 2007 по 2016 год.

В таблице 1 представлены данные об окончивших аспирантуру с 2007 по 2016 год по физико-математическим специальностям. Количество закончивших аспирантуру с защитой диссертации примерно в 5 раз меньше, чем общее число закончивших ее.

Таблица 1. Аспирантура по физико-математическим наукам

ф.-м.н.	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Всего	1 877	1 837	1 721	1 771	1 910	2 106	2 069	1 669	1 230	1 677
защита	479	376	432	437	476	472	481	311	272	318

В таблицах 2 и 3 представлены данные о закончивших аспирантуру по разным экономическим специальностям с защитой диссертации (таблица 2) и, соответственно, общее число закончивших аспирантуру (таблица 3).

Таблица 2. Число закончивших аспирантуру по экономическим специальностям с защитой диссертации

защиты	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
08.00.05	1 408	1 106	1 315	1 193	1 132	1 145	1 051	512	430	187
08.00.01	176	122	134	121	111	85	101	35	22	8
08.00.00	2 039	1 593	1 901	1 754	1 676	1 690	1 490	703	582	275

Специальности в таблицах 2 и 3 обозначены шифрами. Верхняя строка – та самая специальность «Экономика и управление народным хозяйством», куда входит экономика и управление предприятием. Средняя строка – экономическая теория. Нижняя строка – общее количество закончивших аспирантуру с защитой диссертации по экономическим наукам и, соответственно, безотносительно к защите.

Таблица 3. Число закончивших аспирантуру по экономическим специальностям

всего	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
08.00.05	4 361	4 041	4 076	4 082	3 737	3 948	3 714	2 747	2 590	2 177
08.00.01	479	413	389	400	366	416	391	268	258	229
08.00.00	6 394	5 896	5 900	5 887	5 507	5 800	5 479	4 040	3 839	3 206

Примечательна динамика завершения аспирантуры с защитой диссертации. Если в физико-математических науках она почти стабильна, то в экономических науках процент окончания с защитой стремительно падает. Трудно отделаться от мысли, что это явление как-то связано с Диссернетом, хотя Диссернет работает точно, а тут спад количества защит на порядок больше. Еще больше поражает количество потенциальных претендентов на ученую степень по экономике. Только по специальности «Экономика и управление народным хозяйством» их больше, чем по всем физико-математическим наукам. Но это – «вершина айсберга», поскольку приведены данные только по аспирантуре.

Если учесть данные о защитах помимо аспирантуры, то картина будет еще более впечатляющей. Ведь чиновники, защищавшие диссертации для поднятия статуса, редко выбирали в качестве сферы своей научной деятельности физику или математику. Большая часть этих диссертаций либо по экономике, либо по праву. Тут логично сделать вывод, ранее высказанный в качестве гипотезы, о том, что экономистов слишком много.

Экономистов не просто много, их у нас неправдоподобно много, но тут надо сделать оговорку. Слишком много тех экономистов, которые претендуют на знание именно того, о чем им обычно не говорят. О том, как реально управляется фирма. Это по специальности 08.00.05. Теоретиков, претендующих на знание фундаментальных принципов экономической науки (08.00.01), несколько меньше, но тоже многовато. Наконец, даже в США неожиданно много таких, что публично дают советы руководителям разного уровня в научных докладах или статьях, а иногда и открытых письмах президенту страны, как это случилось с 1144 подписантами письма Трампу. Еще больше тех, кто это письмо с радостью бы подписал, но статусом не вышел. Сами экономисты, не лишенные юмора, любят повторять известную присказку о том, что «в экономике, футболе и воспитании чужих детей разбираются все, кому вздумалось на эти темы поговорить». Как правило, эта сентенция адресуется физикам, «которые решили заняться экономикой, поскольку в физике для них работы нет». Эту или почти такую фразу мне приходилось неоднократно слышать на ученом совете, причем произносилась она без тени юмора или сомнения.

Но с футболом все не так просто. Футбольными тренерами становятся люди, показавшие в прошлом незаурядное умение играть в футбол. Тренеров не так уж много и работать каждому из них приходится с конкретной командой, а не с мировым или национальным футболом. Одна команда – один главный тренер и еще один или два ему в помощь. Экономисты тоже бывают «домашние», то есть занимающиеся делами конкретной организации, находясь в ее штате. Их статус в организации (фирме) может быть очень высоким. Иногда они даже высказываются публично, пишут статьи и диссертации. Но экономическую теорию, выстроенную логично и строго с опорой на экспериментальные данные, подобно физике, они точно не построят. Речь, разумеется, не о них, поскольку потребность в них определяется самими фирмами, а о тех, кто готов уберечь президента страны от «страшной ошибки». Кстати, брутальный американский президент подходит для этой цели идеально, в этом качестве он точно лучший.

Резюмируя сказанное выше об экономистах, можно сделать довольно печальный вывод. Практически во всем мире экономисты сегодня делятся на академических, занятых развитием экономической теории в вузах или научно-исследовательских институтах, и ангажированных, обслуживающих частные интересы, прежде всего, интересы бизнеса. Академические экономисты относительно независимы в своих исследованиях, но не имеют доступа или имеют очень ограниченный доступ к реальным данным, далеко не всегда понимают истинные цели сделок и многого другого, поскольку им этого просто не говорят. Ангажированные экономисты в этом смысле вооружены гораздо лучше, но ориентированы на цели заказчика и жестко ограничены в публикации полученных результатов. В чем-то соотношение между ангажированными и академическими исследованиями напоминает соотношение между гламуром и дискурсом в романе Пелевина про вампиров, где гламур – это секс в денежной форме, а дискурс – то же самое, но без секса и без денег.

Математические методы и инструменты в цифровой экономике

Обострение проблем с применением математики в экономике по мере цифровизации выглядит несколько парадоксально, если учесть, что цифровизация сама по себе базируется на математике, а проблем с математикой у экономистов и раньше хватало (куда уж больше?). Тем не менее это так, поскольку цифровизация привела к изменению целого ряда соотношений в экономике, включая изменение соотношений между разными видами транзакционных издержек, между постоянными и переменными затратами, но самое главное – самым дефицитным ресурсом стало внимание.

Цифровая экономика как экономика внимания

Как уже говорилось выше, термин «цифровая экономика» (digital economy) ввел в 1994 году Дон Тапскотт (Tapscott, 1995), подчеркивая возрастающую роль информации в цифровом формате и ее влияние на формы ведения бизнеса. Появившийся примерно в это же время термин «экономика внимания» (attention economy) подчеркивает другую важную сторону того же процесса – возрастающую роль внимания как дефицитного ресурса, за который идет все более ожесточенная борьба между различными агентами рынка, включая новые и традиционные медиа, а также разного рода перекупщиков и торговцев чужим вниманием. К настоящему времени практически доказано, что внимание целевой аудитории – самый дефицитный и, следовательно, самый важный ресурс современной экономики. А потому следует серьезно воспринимать утверждения ряда ученых о том, что современную экономику и, тем более, экономику будущего следует называть не цифровой экономикой, а экономикой внимания (Goldhaber, 1997; Franck, 1993). Разумеется, реклама и пропаганда существуют давно, но сейчас ситуация качественно изменилась благодаря развитию сетевых технологий и применению искусственного интеллекта.

С появлением технических средств сбора, обработки и передачи данных их объем растет немыслимыми ранее темпами. Одновременно появляются все новые инструменты для их обработки. Но возможности человека воспринимать новую информацию даже в наиболее удобном для восприятия виде ограничены. А еще до того, как воспринять информацию, требуется обратить на нее внимание. Здесь человеческие возможности ограничены еще жестче, а поток информации постоянно возрастает.

Естественное желание потребителя – защититься от чрезмерного потока, как правило, ненужной информации – порождает новые способы обращения с информацией, включая разные способы «понимать тексты, не читая», но активно используя технические средства (Милкова, 2019). Также, разумеется, используется и старый, надежный прием – визуализация. Показать картинку часто оказывается более

выигрышно, чем доказать, используя обращение к фактам и логику. А потому сложные математические модели экономики все чаще вытесняются агент-ориентированными моделями с большими возможностями визуализации. В целом проблема остается, а также появляются новые проблемы: сложности обучения, изобилие фейковых новостей и так далее. Поведение потребителя все больше отклоняется от классической схемы, согласно которой он полностью рационален, а его выбор можно описать с помощью некоторой задачи на максимум «полезности». Помимо отклонений, замеченных и описанных ранее психологами (Канеман, 2014), обнаруживаются новые явления, в том числе, очень напоминающие интерференцию (Оррелл, 2019), что дает основания говорить о волновых эффектах.

Если смотреть на ту же ситуацию со стороны производителей и ретейлеров, то основная задача – вынудить потенциального потребителя, как минимум, обратить внимание на свой товар (продукт или услугу). Соответственно, задачи маркетинга все больше смещаются в сторону борьбы за внимание потребителя самыми разными средствами, среди которых не последнюю роль играют технические средства и приемы, граничащие со злоупотреблениями или переходящие эту границу. Например, в супермаркетах устанавливают множество камер наблюдения, а расположение товаров на полках регулярно меняют. При этом постоянные покупатели оказываются в ситуации новичков, но отличаются от них тем, что имеют дисконтные карточки магазина. Блуждая в поисках товара, не оказавшегося на привычной полке, такой покупатель постоянно находится под наблюдением камер. Его лицо легко распознается, а потом он предъявляет на кассе дисконтную карточку. В этот момент история блуждания его глаз по магазинным полкам прибавляется к уже имеющемуся досье на него. Разумеется, покупатель также накапливает впечатления о своих блужданиях, видит товары, на которые бы иначе не обратил внимания или даже не увидел бы их, поскольку сразу прошел бы к нужной полке и снял с нее нужный товар. В этой игре команда IT-специалистов из супермаркета подает себя в качестве благодетелей, но реально играет с потребителем, воруя его внимание и время. Качество предлагаемого продукта или услуги в этой игре тоже имеет значение, но его роль постоянно снижается, тогда как все более значительную роль играет умение захватить внимание и удержать его хоть на несколько секунд, а за эти секунды что-то успеть сообщить такое, что «зацепит» потенциального покупателя. Здесь не обходится без технических средств, цифровых технологий и – в качестве «вишенки на торте» – искусственного интеллекта. Разумеется, огромные массивы информации о «своих» потребителях, накапливаемые компаниями с применением технических средств, представляют для них большую ценность. Они категорически не хотят ею с кем бы то ни было делиться, включая не только другие компании, но и консультантов, помогающих им решать их же проблемы. Об академических экономистах, собирающих информацию для научных исследований с последующей публикацией результатов, в данном контексте даже вспоминать как-то странно.

Но и это еще не все. Сами продукты и услуги становятся все более цифровыми. А потому следует вполне серьезно воспринимать идею Майкла Голдхабера (Goldhaber, 1997) о том, что в пределе доля материальных затрат в производстве благ может стать пренебрежимо малой. С одной стороны, это вызвано увеличением объема программного обеспечения в сложных изделиях, с другой стороны, появлением новых материалов, совершенствованием технологий их обработки и другими полезными проявлениями научно-технического прогресса. Разумеется, в реальной экономике до такого предела дело не дойдет. Но теоретически рассмотреть такую экономику столь же естественно, как и экономику без трансакционных издержек, которую почему-то называли экономикой Коуза. А потому не следует слишком иронично воспринимать идею Майкла Голдхабера (Goldhaber, 1997) о превращении внимания в своего рода валюту будущего, имеющую и самостоятельную ценность, и служащую средством платежа. Экономика будущего, по Голдхаберу – это экономика цифровых продуктов и услуг, где средством платежа служит внимание, а ведущие роли играют «звезды» (знаменитости). Разумеется, речь идет о предельном случае, таком, как, например, физика без трения. Но в значительной мере такая экономика формируется уже сейчас. Не замечать этого уже почти невозможно. А тогда возникает следующий вполне логичный вопрос: какая математика подходит для моделирования такой экономики.

Вопрос о математическом аппарате для моделирования цифровой экономики, или (с учетом сказанного выше) для экономики внимания, можно поставить и более определенно:

1. Математика на основе обычной арифметики или тропическая математика (на основе идемпотентной арифметики)?
2. Классическая статистика Больцмана или квантовая статистика, а если квантовая, то Бозе-Эйнштейна или Ферми-Дирака?
3. Обычные вероятности или амплитуды вероятностей, как в квантовой физике?

Ответ на любой из этих трех вопросов очень сильно зависит от аудитории, для которой он предназначен. Такие вопросы почти наверняка не смутят экономистов. А для лиц, принимающих решения на государственном уровне, эти вопросы, скорее всего, бессмысленны, поскольку им незнакомы термины, в которых эти вопросы формулируются. С экономистами ситуация несколько сложнее. С одной стороны, способность экономистов воспринимать выводы, полученные с использованием столь непривычного и далеко не простого математического аппарата, неочевидна. Гораздо более вероятно обратное. С другой стороны, В.М. Полтерович в неоднократно цитируемой выше статье пишет о реальных масштабах применения математики в экономике буквально следующее.

... все новые и новые разделы математики привлекались для анализа экономических явлений, например, теоремы о неподвижных точках, дифференциальная топология, теория устойчивости, функциональный анализ, теория случайных процессов, и т.п. Кажется, не осталось ни одного раздела математики, который не нашел бы приложение в экономике.

С этим можно согласиться, поскольку прецеденты применения всего перечисленного имеют место, но понимать их слишком буквально и принимать за чистую монету все же не стоит. Перечисленные математические инструменты, как правило, применяются отнюдь не «для анализа экономических явлений», а для анализа навеянных экономическими теориями формальных математических моделей формальными же методами. Наиболее ярко разница проявляется в примере с применением дифференциальной топологии. Она применяется в математической экономике для доказательства теорем об эконо­миках в ситуации общего положения, то есть выполняющихся для «почти всех экономик» (Smale, 1974). Однако надо признать, что математическая экономика – специфическая область чистой математики, но точно не экономики и даже не прикладной математики. Об этом более подробно сказано в (Kozyrev, 2017) и ниже в подразделе «математическая экономика как искусство рисования в многомерных пространствах». Самое забавное здесь то, что применению дифференциальной топологии в математической экономике сам я отдал много сил, в какой-то момент это получилось (Козырев, 2001), но интерес был чисто спортивный, никаких иллюзий по поводу решения экономических проблем такими методами у меня не было. Разумеется, речь не о том, что результаты, получаемые с применением дифференциальной топологии, вообще не имеют отношения к экономической теории. Они ее развивают, позволяя несколько иначе посмотреть на те вещи, которые экономистам и без того кажутся достаточно очевидными.

Сложнее обстоит дело с применением функционального анализа, а точнее, двойственности, перекочевавшей из функционального анализа не только в математическую экономику, но и в теорию ценообразования. Тут мы имеем редкий случай, когда математический анализ повлиял не только на мировоззрение, но и на практику ценообразования. Но и тут не все ладно. Усвоив однажды, что предельные цены – это двойственные оценки, экономисты смело используют полученные на этом пути результаты даже тогда, когда условия, при которых они получены, меняются, а потому выводы неверны. Разумеется, так происходит не со всеми экономистами, среди них есть представители, прекрасно владеющие математическим аппаратом. Но процент их в общей массе ничтожен. Иначе бы статьи с такого рода ошибками не появлялись хотя бы в престижных журналах.

Применимость статистики Бозе-Эйнштейна в экономике, прежде всего, к финансам – доказуемый факт (Маслов, 2006, Orrell D, 2018), причем доказуемый и теоретически, и практически. Но в какой мере это распространяется на цифровые продукты – вопрос далеко не очевидный. С одной стороны, клоны цифровых продуктов практически неотличимы, если не метить их искусственно, что дает сходство с бозонами, деньгами, акциями компаний и другими объектами, для которых подходит статистика Бозе-Эйнштейна. С другой стороны, у цифровых продуктов отсутствует аналог важнейшего свойства бозонов – находиться в любом количестве на одном энергетическом уровне. Деньги или акции могут находиться в одних руках в любом количестве, именно это делает их похожими на бозоны. С цифровыми продуктами дело обстоит несколько иначе. Цифровой продукт копируется, о производстве цифрового продукта в каком-то количестве говорить бессмысленно, поскольку число клонов теоретически может быть любым. И тут возникает некая развилка в плане формализации. Можно понимать цифровой продукт как общественное благо в смысле (Samuelson, 1954), забывая о том, что распространение такого блага отнюдь не автоматическое. А можно отдавать себе отчет, что мы живем в условиях экономики внимания, оно – самый дефицитный ресурс, а потому создание цифрового продукта – лишь первый, причем не самый трудный шаг, самое трудное – обратить на него внимание целевой аудитории. Есть и еще одна сторона в этой задаче. Иметь два одинаковых цифровых продукта, например, две одинаковых программы на одном компьютере, как минимум, бессмысленно, а часто и невозможно. Получается, что здесь имеет место сходство скорее с фермионами, для которых существует запрет Паули, чем с бозонами, на которые этот запрет не распространяется. Следовательно, для экономики цифровых продуктов может подойти статистика Ферми-Дирака.

Отмеченное свойство, выделяющее экономику цифровых продуктов и услуг среди других областей экономического анализа, дает основательный повод говорить, что для ее моделирования хорошо подходит тропическая (идемпотентная) математика, основанная на идемпотентной арифметике, где операции обычного сложения и умножения заменены другими бинарными операциями \oplus и \otimes , причем сложение идемпотентно, т.е. для любого a выполняется равенство $a \oplus a = a$. Идемпотентное сложение цифровых продуктов на уровне битов – это «да» и еще раз «да» равно «да». Далее это свойство наследуется цифровыми продуктами любой сложности, а потом над всем этим может быть построена полноценная математика, получившая свое название в честь бразильского математика Имре Саймона, причем без какой-либо связи с экономикой (Литвинов, 2005).

В тропической математике изучаются разные свойства полуколец с идемпотентным сложением, а также их приложения, в том числе, в экономике и математической экономике (Литвинов, 2005). Однако

и здесь не все однозначно. История появления термина «тропическая математика» и ее связь с экономикой имеет забавные ответвления. Так, в книге (Маслов, 2006) словосочетание «тропическая математика» ассоциируется с экономикой неэквивалентного обмена, с финансовыми пирамидами 90-х и фактическим ограблением большинства населения России. Тут все интересно и неоднозначно, в том числе интересны разнообразные пирамиды, возникающие то в финансах, то в строительном бизнесе, то в образе многоуровневого маркетинга. Однако предлагаемые математические конструкции достаточно универсальны и могут быть использованы в другом контексте, не связанном с образами наивных дикарей (из тропиков) или немногим более искушенных в бизнесе вкладчиков финансовых пирамид.

Следует помнить, что экономика цифровых продуктов – всего лишь часть экономики в более широком смысле. Тропическая математика применима как в теоретическом, так и в практическом смысле лишь к этой части экономики. Остальная ее часть основывается на обычной арифметике. А потому одно из безусловных достижений В.П. Маслова в создании математического аппарата для моделирования частично цифровой экономики – семейство усреднений, зависящих от параметра β .

$$M_\beta = \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{e^{\beta a} + e^{\beta b}}{2} \right).$$

Устремляя β к нулю или бесконечности, получим

$$\lim_{\beta \rightarrow 0} M_\beta = \frac{a+b}{2}; \quad \lim_{\beta \rightarrow \infty} M_\beta = \max\{a, b\}.$$

Иначе говоря, при устремлении значения параметра β к нулю имеем дело с обычным средним, при устремлении параметра β к бесконечности получаем операцию \max (взятие максимума). Если теперь в качестве элементов использовать множество обычных чисел, дополнив его элементом $\{-\infty\}$, в качестве сложения \oplus взять операцию \max , а в качестве умножения \otimes – обычное сложение, то получим алгебру « $\max, +$ ». Это одна из самых популярных «арифметик», используемых в тропической математике.

Именно такое усреднение должно иметь место при цифровизации экономики, более высокому уровню цифровизации соответствует большее значение параметра β . Интерпретация усреднения M_β в таком ключе согласуется и с повышением доли цифровых продуктов в экономике, и с повышением доли ожиданий, связанных с возможным ростом акций, о чем будет сказано ниже.

Примечательно, что среднее M_β «наиболее близко к линейному» в том смысле, что среднее M_β от $(a + \alpha)$ и $(b + \alpha)$, где α – некоторое число, равно $M_\beta + \alpha$:

$$\frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{e^{\beta(a+\alpha)} + e^{\beta(b+\alpha)}}{2} \right) = \frac{1}{\beta} \ln e^{\beta\alpha} \left(\frac{e^{\beta a} + e^{\beta b}}{2} \right) = \alpha + \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{e^{\beta a} + e^{\beta b}}{2} \right).$$

При любом неотрицательном β суммирование вида

$$a \oplus b = \frac{1}{\beta} \ln(e^{\beta a} + e^{\beta b})$$

с умножением

$$a \otimes b = a + b$$

дает коммутативное кольцо, обладающее ассоциативностью и дистрибутивностью (Маслов, 2006), а в пределе $\beta \rightarrow \infty$ приводит к полукольцу $(\max, +)$. Иначе говоря, можно построить и развивать «субтропическую» математику для любого значения β . При одном предельном значении β она переходит в обычную математику, при другом – в тропическую.

Последний из трех вопросов, поставленных в самом начале, касается применимости в экономике комплексно-значных амплитуд вероятностей вместо обычных вероятностей, выражаемых неотрицательными вещественными числами. Такой переход, как показано в (Оррелл, 2019), позволяет описывать поведение экономических агентов гораздо лучше, чем это принято в традиционной теории игр и неоклассической экономической теории. В том числе очень хорошо улавливаются эффекты, отмеченные в монографии (Канеман, 2014), а также некоторые другие парадоксы выбора. Более того, есть достаточно веские основания полагать, что внимание во многом имеет волновые свойства, тут возможна интерференция и другие явления волновой природы. А потому аппарат математического моделирования в экономике нуждается в расширении за счет принятия конструкций и приемов из квантовой физики, невзирая на технические и психологические трудности.

Завершая раздел о применении математики в экономике внимания, заметим, что анализ массива публикаций с использованием терминов *attention economy*, *economy of attention* и *attention economics* в качестве ключевых слов показывает удивительный факт. Статьи по экономике внимания в любом из трех ее толкований пишут физики-теоретики, психологи, искусствоведы, специалисты по теории выбора и даже архитекторы, но только не экономисты. Впрочем, работающие в компаниях маркетологи и другие ангажированные экономисты, скорее всего, разбираются в теме исследований по экономике внимания. Было бы странно, если бы кражей внимания покупателей для продвижения товаров и услуг с применением технических средств занимались только IT-специалисты или IT-специалисты с привлечением психологов, но без маркетологов-экономистов. Экономическая теория в данном случае оказалась оторвана от практики, как никогда раньше, но останавливаться на констатации этого факта было бы, как минимум, скучно. Хочется понять, в чем здесь дело и попытаться найти решение, приемлемое для построения теории. И тогда естественным образом возникает вопрос об измерениях в экономике внимания.

Измерения в цифровой экономике и экономике внимания

Почти очевидно, что измерять внимание как таковое – задача скорее бесперспективная, чем сложная. Некоторые авансы здесь были заявлены разными авторами, но воспринимать их серьезно вряд ли следует. Например, выступая на конференции в честь 20-летия РЭШ⁴, Эстер Дайсон⁵ говорила об экономике внимания (attention economy) как о чем-то новом и добром.

Внимание имеет свою внутреннюю, немонетизируемую ценность. Экономика внимания – это та, где люди проводят свое личное время, привлекая внимание других, будь то разработка творческих аватаров, размещение содержательных комментариев или накопление "лайков" для фотографий своих кошек.

Текст этого выступления можно скачать или прочитать на странице Independent⁶. Но оно выражает очень наивную точку зрения. Сегодня совершенно очевидно, что внимание не только успешно монетизируется. Его крадут изощренными способами с применением технических средств, искусственного интеллекта и знаний в области психологии, а потом перепродают или монетизируют иным способом. Поэтому накопление внимания в «лайках» – наивная сказка про какую-то ненастоящую экономику, за которой прячется настоящая, причем совсем не такая добродушная. Она не так уж нуждается в том, чтобы измерять внимание в каких-то единицах. Реальный смысл имеет только измерение ценности внимания в деньгах, а это значит, что интересно не «сколько накоплено внимания» (в лайках или чем-то еще), а «сколько оно позволяет выиграть в деньгах». Но и это еще далеко не все. Внимание – ресурс не только дефицитный, но и крайне неустойчивый, копить его очень трудно и, что еще важнее, бессмысленно. Это значит, что измерять, накапливать и монетизировать, если такая цель ставится, надо что-то другое. И вот тут самое время получить урок у физиков, причем обращаться следует к людям высокого полета, к тому же готовым что-то объяснять себе и другим, а не запутывать и без того сложные вопросы. К числу таких физиков в первую очередь можно причислить Роджера Пенроуза, книга которого (Пенроуз, 2003) производит огромное впечатление и поселает надежду на то, что можно объединить в одну команду экономистов и физиков, если для тех и других желание понять перевесит защитные реакции.

В данном случае наибольший интерес представляет рассуждение Пенроуза о двух типах процедур в квантовой физике. Одна из них – U -процедура – абсолютно детерминирована, она точно описывает поведение квантовых систем при условии, что точно известны все начальные условия. Но, разумеется, начальные условия никогда не известны и, более того, их в принципе нельзя получить путем измерений, в том числе, благодаря принципу неопределенности Гейзенберга, но не только. При этом состоянии квантовой системы описывается уравнениями с переменными в гильбертовом пространстве над полем комплексных чисел. Вторая из них – R -процедура – то, что обычно называют наблюдением, хотя это далеко не наблюдение в привычном смысле слова. Как именно работает эта процедура, строго говоря, вообще непонятно. Но она всегда приводит к тому, что вместо описания состояния квантовой системы как точки гильбертова пространства над полем комплексных чисел мы получаем одно из возможных состояний, описываемых в наблюдаемых (при этом, разумеется, вещественных) переменных. В примере с прогнозом погоды мы не знаем ни положения в пространстве, ни импульсов всех частиц, ни комплексных амплитуд вероятностей, а потому даже при наличии фантастически мощной вычислительной техники, работающей без накопления ошибок, не смогли бы рассчитать состояния этих частиц на какой-то момент в будущем. Но, если бы могли рассчитать, то результат расчетов получали бы как новую точку в том же гильбертовом пространстве.

Картина получается никак не более оптимистичной, чем при наблюдениях в экономике, включая экономику внимания, где мы можем видеть лайки, число подписчиков, а иногда и финансовые результаты отдельных игроков. Но причины, стоящие за лайками и финансовыми результатами, мы можем только воображать и писать уравнения, как это делают физики. Остается это признать и строить теорию экономики внимания, используя примерно ту же парадигму с двумя типами процедур, одна из которых теоретически точная, а вторая описывается в терминах наблюдаемых явлений.

Для такого подхода есть и еще одно основание. Современная экономика в наблюдаемых переменных заставляет думать, что многие практически применимые ранее закономерности, что называется, поплыли. В том числе, это относится к так называемой теореме ММ, получившей название в честь Модильяни и Миллера – нобелевских лауреатов по экономике 1999 года, обнаруживших соответствующий эффект. Утверждение этой «теоремы» состоит в том, что стоимость фирмы, а точнее, ее рыночная капитализация не зависит от структуры активов, а зависит только от доходности. Стоимость определяется как рыночная капитализация плюс долговые обязательства, считается, что «рынок учитывает наличие

⁴ Конференция в честь 20-летия Российской экономической школы состоялась 14-15 декабря 2012 года в Центре международной торговли в Москве.

⁵ Эстер Дайсон – генеральный директор EDventure Holdings – активный инвестор в различные стартапы по всему миру, включая Россию.

⁶ <https://www.independent.co.uk/rise-attention-economy/>

долгов, адекватно снижая рыночную капитализацию», а потому ее надо вернуть на место, чтобы получить стоимость. Как выясняется, в цифровой экономике (она же экономика внимания) ничего подобного наблюдать не приходится. Наблюдая за котировками акций, скорее можно поверить, что в каждую цифровую компанию встроена финансовая пирамида.

Наглядное проявление данного свойства цифровой экономики – неправдоподобно высокая рыночная капитализация компаний, производящих цифровые продукты и услуги, а также платформ, не производящих вообще ничего, а лишь создающих возможности для других компаний. Три цифровых компании – Apple, Amazon и Microsoft – относятся к числу «триллионников», то есть рыночная капитализация каждой из них хоть однажды превышала триллион долларов США. При сопоставимой и даже почти одинаковой рыночной капитализации доходность этих трех компаний различается в разы, что противоречит теории, составляющей основу современной профессиональной оценки бизнеса. Согласно теореме MM (Модильяни, Миллер, 1999), стоимость фирмы определяется ее доходностью, то есть генерируемым фирмой денежным потоком, но у этих трех фирм денежные потоки очень разные. Здесь напрашивается вывод: чем глубже фирма встроена в «цифру», тем дальше от реальной стоимости ее рыночная капитализация. Разумеется, три фирмы – это еще не статистика, но какие фирмы!

Сравнить компании Apple и Amazon особенно интересно еще и потому, что Apple производит и устройства, и программное обеспечение к ним, а Amazon начинала как платформа, то есть компания, обеспечивающая лишь связь между игроками рынка, ею же в основном и остается до сих пор. Компания Microsoft в этом смысле – нечто среднее между этими двумя крайностями, поскольку производит программное обеспечение. Также стоит напомнить, что компания считается переоцененной, если ее рыночная капитализация превышает чистую прибыль более, чем в 10 раз, и недооцененной, если менее, чем в 6 раз. Теперь можно перейти к цифрам.

Чистая прибыль Amazon за 2018 год составляла чуть более 10 миллиардов долларов США, что примерно в 100 раз меньше ее рыночной капитализации на сентябрь 2018 года. Это значит, что цена ее акций была завышена, как минимум, в 10 раз. Относительно нормальное соотношение между рыночной капитализацией и прибылью из всей тройки только у Apple. Чистая прибыль Apple в 2018 году составила 59,53 миллиарда долларов, то есть почти в 6 раз больше, чем у Amazon. Прибыль Microsoft за 2018 год не вполне показательна сразу по двум причинам. Во-первых, она была необычно низкой в силу нерегулярных трат, во-вторых, рыночная капитализация Microsoft достигла триллиона не в 2018, а в 2019 году, а потому логично обратиться к показателям 2019 года. Чистая прибыль за первый квартал 2019 года составила 8,809 миллиардов долларов, против 7,424 за аналогичный период 2018 года. Дальше можно предположить, что годовая чистая прибыль составит примерно 36 миллиардов. Соотношение рыночной капитализации и доходности Microsoft оказывается близко к 28, это где-то между аналогичным соотношением 16,8 для Apple и 100 для Amazon. У всех трех рассматриваемых компаний этот показатель (мультипликатор) необычно велик. Еще важнее обратить внимание на разброс мультипликаторов по прибыли (такой мультипликатор равен отношению капитализации к чистой прибыли). В данном случае мы имеем значения от 16,8 у Apple до 100 у Amazon.

Нельзя сказать, что такой разброс мультипликаторов приводит к сенсациям, напротив, задним числом все «понимают», что такой взлет капитализации самых цифровых фирм объясняется ожиданиями, что «пузырь» рано или поздно лопнет и т.д. Но есть такая профессия – профессиональная оценка бизнеса, где надо не объяснять задним числом, почему так получилось, а давать оценку здесь и сейчас на момент возможной покупки пакета акций, суда между партнерами или чего-то еще. Если привычные подходы к оценке стоимости компаний не работают, то надо искать что-то новое.

Математическая экономика как искусство рисования в многомерных пространствах

Математическая экономика – ветвь скорее чистой, чем прикладной математики, или вообще не наука, а искусство, близкое по своей сути к искусству рисования. С практическими задачами экономического характера она либо совсем не связана, либо связана лишь на уровне мировоззрения, тогда как прикладная математика обычно связана с решением очень конкретных задач, в том числе в сфере экономики. Принадлежность математической экономики скорее к искусствам, чем к наукам достаточно очевидна, если ориентироваться на критерий, применяемый Нобелевским комитетом. К наукам, согласно этому критерию, относятся виды умственной деятельности, ориентированные на решение практических задач. Иные виды умственной деятельности относятся к искусствам. Следовательно, к этой категории относится математическая экономика, имеющая лишь косвенное отношение к экономике и абсолютно не ориентированная на решение ее практических задач. Примечательно, что согласно тому же критерию, к искусствам относится вся чистая математика, в том числе алгебра, геометрия и топология. Но эти фундаментальные математические дисциплины не оперируют терминами какой-либо области возможных приложений, а математическая экономика оперирует экономическими терминами, хотя приложениями в области реальной экономики не грешит. К тому же математикам нобелевскую премию, как известно, не дают, а для математик-экономистов есть лазейка через вход для экономистов, делающих что-то реальное или сумевших создать о себе такое представление у тех, кто такие премии присуждает.

Если смотреть на математическую экономику как на искусство, то ближе всего она к изобразительному искусству, еще точнее – к рисованию, но не обычному, а многомерному. У нее есть своеобразное приложение к экономической теории, связанное с визуализацией экономических образов, описываемых

экономистами вербально или представляемых графически, но крайне упрощенно, а это чревато серьезными ошибками. Можно привести много примеров, когда многомерные по своей сути экономические явления представляются в виде плоских образов, поскольку так удобнее, более соответствует привычным для ординарного сознания зрительным образам и даже кажется убедительным. Однако такие упрощения создают лишь иллюзию понимания. Например, рыночное равновесие в простейшем виде представимо как пересечение кривых спроса и предложения на плоскости с координатами в виде «цен» и запрашиваемого или предлагаемого объема товара. При естественных предположениях монотонности спроса и предложения эти кривые пересекаются в одной точке, отсюда сразу получаются и существование, и единственность равновесия. Однако минимальное повышение размерности с переходом к модели с двумя продуктами делают ситуацию уже не столь очевидной, как минимум, в части единственности.

Более сложный и гораздо более богатый по содержанию графический образ – точка равновесия в ящике Эджворта, т.е. в простейшей модели обмена, где только два продукта и два экономических агента. Здесь уже приходится применять элементарную математику, чтобы искусственно понизить размерность образа, пользуясь зависимостью переменных, исключить две из них и поместить результат на плоскости. Еще более сложная графическая конструкция на ту же тему – ящик Баласко, позволяющий показать, как неединственность равновесий связана с особенностями гладких отображений. Однако дальнейшее повышение размерности, связанное с увеличением числа экономических агентов или продуктов, приводит к невозможности рисовать образ равновесия на плоскости. Приходится формулировать результаты в виде теорем, доказываемых с применением относительно сложной математики, в том числе, дифференциальной топологии (Smale, 1974). Однако по-настоящему интересно это только самим математикам. Экономистам для понимания на качественном уровне вполне хватает ящика Эджворта. Чуть более сложные конструкции – треугольник Кольма и диаграмма Кольма позволяют графически изобразить равновесие Линдаля в модели с одним частным и одним общественным благом. Что касается практического применения, то и математикам, и экономистам заранее понятно то, что довольно давно сформулировал один из классиков экономической теории.

Слишком большая часть современной "математической" экономики – это просто выдумки, столь же неточные, как и исходные предположения, на которых они основываются, они позволяют автору упустить из виду сложности и взаимозависимости реального мира в лабиринте претенциозных и бесполезных символов.

Джон Мейнард Кейнс, 1936⁷

Разумеется, с тех пор, когда было сформулировано это утверждение, много чего изменилось, но математическая экономика осталась областью чистой математики, оперирующей экономическими терминами. Большинство применений «математики в экономике» оказывается применениями именно к ней, то есть внутри самой математики. Это не значит, что математика совсем не применяется в реальной экономике, пример с применением к ценообразованию, приведенный выше, показывает применимость, в том числе, довольно сложной математики. Но до исчерпания возможностей здесь еще далеко.

Эконофизики, математики и экономисты

Заключительная часть статьи касается взаимоотношений экономистов с математиками и эконофизиками, которых экономисты активно не любят, тогда как математиков просто почти не замечают. Эта часть короткая, поскольку и без нее статья получилась слишком длинной.

Легенда о том, как безработица в теоретической физике породила эконофизиков

Среди экономистов весьма популярна мысль о том, что физики идут в экономику, поскольку в физике им стало нечего делать. Она неоднократно озвучивалась на ученом совете ЦЭМИ РАН по разным поводам и каждый раз встречала вполне благожелательное в целом отношение зала. А потому нет сомнения, что многие экономисты именно так думают. Возможно, у них есть для этого какие-то известные им основания, но выглядят это как защитная реакция на вторжение чужаков в хорошо обжитое пространство. Такая реакция по-человечески понятна, но не очень симпатична. Однако, самое главное – контекст, в котором все это происходит. На этот случай есть конкретный пример.

Известный физик (доктор физико-математических наук), занимавший в прошлом довольно высокий пост в энергетике, приводит статистические данные о капитальных вложениях и экономическом росте в СССР, из которых следует, что рост предшествует вложениям, а не наоборот, как это положено по теории, изучаемой по учебникам. Реакция зала – обвинение докладчика в экономической безграмотности. Именно в этом контексте звучит заветная мысль о том, что физики идут в экономику от безысходности в своей области, а лучше бы им уйти туда, откуда пришли. Тут же рассказывают о производственной функции, «которую надо не только знать, но и понимать». Противоречащий теории факт не обсуждается.

Но стандартный подход, принятый в естественных науках, предполагает совсем другую реакцию в такой ситуации. Столкнувшись с фактом, противоречащим существующей теории, надо либо опровергнуть то, что подается в качестве факта, либо искать его объяснение в рамках существующей теории или

⁷ Из книги Дж. М. Кейнс, «Общая теория занятости, процента и денег».

новой, идущей на смену. В данном случае такое объяснение можно поискать и даже найти. Дело в том, что советская экономика была относительно замкнута, все вложения осуществлялись из бюджета страны, а рост экономики и, соответственно, бюджета часто был обусловлен высоким урожаем, который, в свою очередь, зависел от погодных условий. Именно при высоком урожае появлялась возможность больше вложить в промышленность. Отсюда и мнимый парадокс. Разумеется, предлагаемая версия достаточно примитивна, данные об урожаях в том докладе не приводились. Но примечателен сам факт, что можно искать и найти объяснение, а можно послать неудобного докладчика туда, откуда пришел. Экономисты, к сожалению, последовательно выбирают второй путь. Он в никуда.

Великие англосаксы о математике в экономике и почему они неправы

Экономисты, а также просто физики слишком часто сами подставляют, давая не желающим их слушать экономистам хороший повод для оправдания своего нежелания. Одна из типичных ошибок – выбор в качестве отправной точки для своих построений картинка из учебника по экономике или мнения классика, отстоящего от переднего края экономической науки лет на сто, а то и двести. Для англосаксов такими фигурами обычно являются Альфред Маршалл и Джон Мейнард Кейнс, для отечественных физиков – Маркс, а иногда все те же Маршалл и Кейнс. Такая особенность зрения, когда между Кейнсом и Маршаллом, с одной стороны, и тобой – пришедшим в экономику физиком – никого достойного не видно, вызывает крайне отрицательную реакцию экономистов. Такая реакция вполне оправдана. Хуже того, рекомендации Маршалла и Кейнса – отнюдь не истина в последней инстанции, устарел даже их подход к экономике как науке, не говоря уже о результатах. Для примера цитируем популярные высказывания этих классиков. Кейнс высказался о математической экономике (см. выше), теперь очередь Маршалла.

(1) Используйте математику как сокращенный язык, а не как инструмент исследования. (2) Придерживайтесь ее, пока вы не доделали исследование. (3) переведите на английский язык. (4) затем проиллюстрируйте важными примерами из реальной жизни. (5) сожгите математику.

Альфред Маршалл, 1906⁸

Уже в пункте (1) Альфред Маршалл неправ. Если бы по такому пути пошли физики, то остались бы на уровне понимания физики Аристотелем, согласно которому тело движется, если к нему приложена сила. Тезис (2) интереса не представляет в силу своей банальности, а тезис (3) представляет интерес в основном благодаря забавному стечению обстоятельств. Классик писал для англичан, а актуальность его высказывание оказалось сейчас для нас в силу загадочной позиции руководящих органов и грантодателей, желающих видеть труды россиян на английском языке. Полезность (4) несомненна, а вот (5) стоит отдельного комментария. Как ни прискорбно, здесь Маршалл почти прав. Если вы хотите, чтобы ваши труды прочитало высокое начальство или просто очень много людей, то лучше без математики, поскольку «каждая формула сокращает число читателей вдвое». Но так можно было писать в 20-е годы прошлого века, когда экономистов было мало. Сегодня проблема в том, чтобы отсеять лишних писателей «научных» статей по экономике (не читателей, разумеется), а потому правила изменились. Об этом вполне ясно высказался В.М. Полтерович в той же статье.

Типичная статья в журнале высокого уровня должна содержать, по крайней мере, одно из двух: либо теоретическое модельное обоснование основных тезисов, либо их эконометрическое тестирование на эмпирическом материале. Тексты, написанные в стиле Рикардо или Кейнса, в наиболее престижных журналах крайне редки.

А в сноске дано пояснение.

Это лишь констатация факта. Я вовсе не хочу сказать, что такие работы не представляют научного интереса.

Все так, единственное уточнение к сказанному может состоять лишь в том, что помимо присутствия или наличия научного интереса здесь работает еще один фактор. Автор статьи должен показать, что он умеет работать либо с математическими моделями, либо с данными, то есть, он – профессионал, а не городской сумасшедший. О том, представляет ли статья научный интерес, судить гораздо сложнее. Но именно на этом рубеже возникает новая проблема, связана она с большими данными.

Большие данные – насмешливое счастье экономистов

Появление технических средств для сбора данных и аналитических инструментов для работы с ними радикально меняет соотношение сил в науке по изучению реальной экономики. Происходит что-то похожее на реформу правописания, когда очень грамотные (по старым правилам) люди оказываются на одном уровне грамотности с теми, кто новую грамоту осваивает как первую в жизни, впервые учится читать и писать. Некоторые народы России пережили такой снос старой культуры, как минимум, дважды.

⁸ “(6) Если вы успешны в (4), сожгите (3). Я всегда так делаю.” Письмо к A.L. Bowley, 27 февраля 1906.

Сначала их вынудили отказаться от арабской вязи и перейти к написанию на латинице, как слышится (что-то вроде транслитерации), потом то же самое с переходом с латиницы на кириллицу. О последствиях таких экспериментов мало кто помнит. Но сейчас мы все вместе переживаем нечто похожее в связи с цифровизацией. Некоторым это, что называется «сносит крышу», предлагают ликвидировать математические школы за ненужностью, поскольку «все будет определять умение обрабатывать большие данные» и много чего еще. Самые выдающиеся перлы на этот счет принадлежат экономисту Герману Грефу. В своей лекции на XIX Всемирном фестивале молодежи и студентов с лекцией «Технологические тренды: дорога в будущее» в октябре 2017 года он заявил: «Информационные технологии – отстой: будущее за экономикой данных»⁹. Но это была только разминка, дальше больше.

Хорошая новость заключается в том, что в этом мире нужны будут не только математики и программисты. Более того, я думаю, их всё меньше и меньше нужно будет. Поэтому, когда мы пытаемся сказать, что мы сейчас будем развивать специальности "математик" и "программист", мы попадаем ровно в такую же ловушку, как у нас было какое-то время назад с юристами и экономистами".

Герман Греф на международном форуме "Открытые инновации" в Москве, 2018.

В качестве комментария хочется напомнить притчу о том, как осел с двумя мешками соли поперек спины упал с моста в воду, соль растаяла, стало легче. В следующий раз он «упал» в воду с двумя большими мешками сена. А мы можем попасть в ту же ловушку, что и осел из притчи, если нами будут руководить знаменитые экономисты типа Германа Грефа.

Тем не менее, большие данные реально меняют ситуацию не только в части невиданных ранее возможностей, но и в том, что пользоваться ими смогут далеко не все, а только те, кто умеет и имеет доступ, причем не только к самим данным, а еще и к соответствующим аналитическим инструментам. То же самое в какой-то мере было и раньше, данные собирали органы статистики, социологи, спецслужбы и прочие исследователи реальной экономики. Доступ к сколько-нибудь чувствительным данным был далеко не у всех, наличие такого доступа очень ценилось, но все было как-то упорядочено.

Сейчас ситуация качественно изменилась. Можно оставить в стороне такие фирмы, как Google и FB, о них написано многое. Сегодня любой супермаркет собирает с помощью технических средств такой объем данных о своих покупателях, что традиционные методы типа опросов кажутся детской игрой в войну с применением деревянных автоматов. А нефтяные компании, в том числе российские, имеют информацию о продажах со всех своих заправок в режиме онлайн. Но они не делятся этой информацией с экономистами, пишущими статьи в престижных научных журналах. Более того, они не делятся такой информацией или делятся ею очень неохотно с консультантами, которых приглашают для решения своих же проблем. В целом ситуация выглядит весьма парадоксально. Данные, о которых мечтали или даже мечтали не могли экономисты прошлого, собираются и накапливаются в специальных хранилищах, но к ним не имеют доступа именно те ученые-экономисты, задача которых – развитие экономической науки. Счастье экономистов оказалось каким-то призрачным, даже «насмешливым».

Заключительные замечания и выводы

Несмотря на довольно большой объем статьи, в ней нашли отражение далеко не все факты и мысли, о которых хотелось сказать всем, кто реально хочет развивать экономическую теорию, адекватную современной экономике. Возможно, это получится в последующих публикациях с более подробным разбором сюжетов, лишь затронутых в этой статье.

Завершая статью, хочется поделиться соображениями по одному из главных русских вопросов – Что делать? Здесь я придерживаюсь мнения, что необходима интеграция с физиками, пожелавшими применить свои силы и способности в экономической науке. Для этого надо внимательно читать их работы, не заостряя внимание на очевидных для образованного экономиста промахах. Физики достаточно хорошо владеют математическим аппаратом и быстро его пополняют, что редко бывает даже с сильными экономистами, не говоря уже о том продукте массового производства, о котором упомянул Греф. Но, чтобы читать статьи физиков об экономике, надо быть готовым разбираться в применяемом ими математическом аппарате. Прежде всего, это касается математического аппарата квантовой физики, поскольку экономика изначально квантовая. От этого интуитивно хочется отмахнуться, строить экономическую теорию по образу и подобию классической физики по Ньютону. Результат, как уже хорошо известно, получается плачевным. Следовательно, надо не возобновлять попытки с тем же уровнем претензий, а поучиться у физиков, как минимум, в части сопоставления претензий и реальных возможностей. Лучше это делать вместе с ними, чем без них. Кроме того, как это ни удивительно на первый взгляд, в применении аппарата квантовой теории к вопросам гуманитарных и общественных наук российские физики едва ли не первые в мире. Читая работы западных специалистов по этой тематике, то и дело натыкаешься на ссылки, где авторы имеют явно русские фамилии.

⁹ <https://zen.yandex.ru/media/id/593685a8d7d0a62756e9cfe3/german-gref-informacionnye-tehnologii--otstoi-buduscee-za-ekonomikoi-dannyh-59f223833c50f7ac0933eed2>

Если интеграция в мировую науку на уровне математического аппарата в высшей степени естественна и необходима, то при переходе к конкретным проблемам все обстоит совсем иначе. Очень яркий пример в свое время озвучил В.И. Данилов-Данильян, касаясь водных проблем. Если будешь заниматься стоком Меконга, то интеграция в мировую науку зависит только от уровня твоих исследований. При наличии реальных результатов будут и публикации в престижных журналах, и ссылки, так как стоком Меконга занимаются исследователи со всего мира. Если будешь заниматься стоком Лены или Печоры, где у нас реальные проблемы, то об интеграции в мировую науку можно забыть до тех пор, пока она сама не придет в эти места, возможно, вместе с чужой армией. Но стоком Меконга эти исследователи нередко занимаются именно в погоне за публикациями и ссылками, а не потому, что хотят реально облегчить проблемы, связанные с разливами Меконга. Происходящее здесь очень напоминает то, что происходит с капитализацией цифровых компаний. Что-то подобное имеет место в экономической науке, когда она касается не общей теории и применения математики, а конкретных проблем здесь и сейчас.

И последнее. Занимаясь прогнозированием, экономисты слишком часто руководствуются известным подходом: «Знание некоторых принципов с легкостью заменяет незнание некоторых фактов»¹⁰. Однако на практике это приводит к чудовищным ошибкам, причем там, где вникнуть в детали, вполне доступные профессионалам в конкретной области, вполне возможно и даже необходимо. Именно это отличает квантовую экономику от квантовой физики. Физики не могут наблюдать такие частицы, как фотон или электрон, а потому вынуждены судить о них по оставленным где-то следам, а затем увеличенным (усиленным) до наблюдаемого уровня. Экономисты, решившие заняться экономикой внимания, цифровой или квантовой экономикой, тоже могут судить о происходящих явлениях по следам реальных явлений, оставленным в виде лайков, показателей капитализации и прочих скучных фактов. Это будет похоже на то, как если бы наблюдать посадку бабочки на цветок с помощью камеры с очень плохим разрешением или на очень плохом экране, где весь этот сюжет выглядит как сближение белого и красного шаров, причем белый шар будет двигаться как-то не по законам Ньютона. Но у экономистов, в отличие от физиков, есть возможность посмотреть тот же сюжет поближе (без камеры) или использовать оборудование с более высоким разрешением. Для этого нужно всего лишь перестать быть современными экономистами и стать учеными, для которых методы исследования определяются задачей исследования и доступными инструментами.

Литература:

1. Канеман Д. Думай медленно, решай быстро. М.: АСТ, 2014
2. Ковалев А. В. (2018) Экономическая теория: назад в будущее// Вопросы теоретической экономики, №2, 2018, с. 47–57
3. Козырев А. Н. (2001), Стратификации и трансверсальность в математической теории экономического равновесия / Препринт #WP/2001/127 ЦЭМИ РАН, 2001. - 50с.
4. Коуз Р. (1993), Фирма, рынок и право / Пер. с англ. М.: Дело, 1993.—192 с.
5. Коуз Р, Ван Нин (2016), Как Китай стал капиталистическим, М.: Новое издательство, 2016 г. 386с. ID товара: 535236, ISBN: 978-5-98379-204-3.
6. Литвинов Г.Л. (2005), Деквантование Маслова, идемпотентная и тропическая математика: краткое введение, Зап. научн. с ПОМИ, 2005, том 326, с. 145-182
7. Маслов В.П. (2006) Квантовая экономика, М.: Наука, 2006.
8. Милкова М.А. (2019) Тематические модели как инструмент «дальнего чтения»// Цифровая экономика, 2019, № 3(7). – с.57-70
9. Модильяни Ф., Миллер М. (1999) Сколько стоит фирма Теорема ММ. М. Дело, 1999.
10. Оррелл Д. (2019) Введение в математику квантовой экономики // Цифровая экономика, № 4(8) – 2019. С.
11. Пенроуз Р., (2003). Новый ум короля. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 339 с. — ISBN 5-354-00005-X.
12. Полтерович В.М. (1998). Кризис экономической теории // Экономическая наука современной России. № 1. С. 46–66.
13. Coase, R.H. (1937) The Nature of the Firm // *Economica*, New Series, Vol. 4, No. 16. (Nov., 1937), pp. 386-405.
14. Coase, R.H. (1974) The Lighthouse in Economics//*Journal of Law and Economics*, Vol. 17, No. 2 (Oct., 1974), pp. 357-376, URL: <http://www.jstor.org/stable/724895>
15. Coase, R.H. (1988) *The Firm, the Market and the Law*, The University of Chicago Press, 1988.
16. Franck, G. (1993) 'Okonomie der Aufmerksamkeit', *Merkur* 47(9/10): 748-61.
17. Coase, R., Wang, N. (2012) *How China Became Capitalist*. Palgrave Macmillan UK, DOI 10.1057/9781137019370

¹⁰ Общий принцип предсказаний (Проза) <http://grafomanam.net/works/398513>

18. Goldhaber M.H. (1997) The Attention Economy and the Net // First Day Volume 2, Number 4 - 7 April 1997 <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/issue/view/79>
19. Kozyrev A.N. (2017) Mathematical economics as drawing art for multidimensional spaces// Mathematics in the Modern World. International Conference Dedicated to the 60th Anniversary of the Sobolev Institute of Mathematics. Novosibirsk, Russia, August 14-19, 2017.
20. Orrell D (2018). Quantum Economics: The New Science of Money, London: Icon Books.
21. Orrell D (2019). A quantum model of supply and demand. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications 539: 122928. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3376652
22. Posted: 30 Apr 2019
23. Samuelson, P. (1954). The pure theory of public expenditure. Rev. Econom. Statist. 36(4) 387–389.
24. Smale S. (1974) Global analysis and economics IIA: Extension of a theorem of Debreu//J. Math. Econom., 1974. v.I, N 1.
25. Tapscott, D., (1995) The Digital Economy: Promise and Peril In The Age of Networked Intelligence, McGraw-Hill, 1995. – 342p.

References in Cyrillics

1. Kaneman D. Dumaj medlenno, reshaj bystro. M.: AST, 2014
2. Kovalev A. V. (2018) Ekonomicheskaya teoriya: nazad v budushchee// Voprosy teoreticheskoy ekonomiki, №2, 2018, s. 47–57
3. Kozyrev A.N. (2001), Stratifikacii i transversal'nost' v matematicheskoy teorii ekonomicheskogo ravnovesiya / Preprint #WP/2001/127 CEMI RAN, 2001. - 50s.
4. Kouz R. (1993), Firma, ryok i pravo / Per. s angl. M.: Delo, 1993. — 192 s.
5. Kouz R, Van Nin, Kak Kitaj stal kapitalisticheskim, M.: Novoe izdatel'stvo, 2016 g. 386s. ID tovara: 535236, ISBN: 978-5-98379-204-3.
6. Litvinov G.L. (2005), Dekvantovanie Maslova, idempotentnaya i tropicheskaya matematika: kratkoe vvedenie, Zap. nauchn. s POMI, 2005, tom 326, 145-182
7. Maslov V.P. (2006) Kvantovaya ekonomika, M.: Nauka, 2006.
8. Milkova M.A. (2019) Tematicheskie modeli kak instrument «dal'nego chteniya»// Cifrovaya ekonomika, 2019, № 3(7). – s.57-70
9. Modil'yan F., Miller M. (1999) Skol'ko stoit firma Teorema MM. M. Delo, 1999.
10. Orrell D. (2019) Vvedenie v matematiku kvantovoy ekonomiki // Cifrovaya ekonomika, № 4(8) – 2019. S.
11. Penrouz R., (2003). Novyj um korolya. — M.: Editorial URSS, 2003. — 339 s. — ISBN 5-354-00005-X.
12. Polterovich V.M. (1998) Krizis ekonomicheskoy teorii s.46-66

Козырев Анатолий Николаевич (kozyrevan@yandex.ru)

Ключевые слова

Тропическая математика, квантовая экономика, транзакционные издержки, рыночная капитализация

Anatoly Kozyrev, Digitalization, Mathematical Methods and the Systemic Crisis of Economic Science

Keywords

Tropical mathematics, quantum Economics, transaction costs, market capitalization

DOI: 10.34706/DE-2019-04-01

JEL classification: A12 Связь экономической теории с другими дисциплинами, C02 Математические методы, L14 Транзакционные отношения • Контракты и репутация • Сети

Abstract

Digitalization and the rapid development of new information technologies, including network technologies, have led to the emergence of new forms of business, an abundance of information and new analytical tools that economists of the past could only dream of. The consequences of these changes for economic science were, at best, ambiguous. The crisis of economic theory, which many well-known economists have previously written about, has only worsened, but it is this fact that prompts us to seek a way out of the crisis, looking at the causes of old and new failures. This article is about this.