

Цифровая экономика и тропическая математика

Козырев А.Н., д.э.н., главный научный сотрудник,
Центральный экономико-математический институт РАН

Идемпотентное сложение – достаточная причина, чтобы рассматривать тропическую математику как подходящий математический аппарат для моделирования экономики цифровых продуктов и услуг [1]. Но есть и другие причины для выбора тропической математики. Они становятся ясны при анализе финансовой отчетности компаний, играющих ключевые роли в цифровой экономике. Стоимость таких компаний не согласуется с теоремой-ММ.

Тропическая (идемпотентная) математика – относительно новое направление математики, имеющее множество приложений, в том числе, в информатике и экономике [2]. И все же есть, как минимум, две важные особенности цифровой экономики, открывающих новые перспективы для применения этого математического аппарата именно в ней. Одна из них – идемпотентность сложения цифровых продуктов. На уровне битов это «да» и еще раз «да» равно «да». Аналогичным образом, если программа написана, то писать ее заново нет смысла, это ничего не добавляет к тому, что уже есть. Вторая особенность – почти полное отсутствие активов (помимо ценных бумаг) на балансах фирм, поставляющих цифровые продукты и услуги. Отчасти вторая особенность вытекает из первой, но не совсем. Есть еще одна странность – рыночная капитализация ведущих фирм – поставщиков цифровых продуктов и услуг, кратно превышает их оценочную стоимость, определяемую доходностью фирмы, а этого по теории не должно быть. Согласно одному из базовых принципов профессиональной оценочной деятельности, стоимость фирмы определяется денежными потоками, которые фирма генерирует [5]. Ее стоимость определяется умножением прибыли или иного показателя доходности на подходящий мультипликатор. Вместе с тем, стоимость фирмы – это рыночная капитализация плюс долги. Величины получаемые этими двумя способами теоретически должны быть, как минимум, сопоставимы, а в идеале совпадать. Ничего подобного не наблюдается, если речь идет о фирмах, поставляющих цифровые продукты и услуги. Это дает дополнительный повод предполагать, что требуется другая методология оценки таких фирм или даже другая арифметика. Очень может быть, что для такой экономики подходит тропическая арифметика и математика на основе такой арифметики, где вместо обычных арифметических операций сложения и умножения используется другой набор базовых операций (типа *max* или *min* в качестве сложения).

Типичные представители такой арифметики – полуполя «макс-плюс» и «мин-плюс». В том и другом случае в качестве элементов используются обычные числа с дополнением $\{-\infty\}$ в первом случае и $\{+\infty\}$ во втором. Сложение в первом случае – операция максимума, во втором – операция минимума, роль умножения там и там играет обычное сложение. Такая арифметика и математика на ее основе изначально разрабатывались В.П. Масловым с его сотрудниками [3] в 80-х годах 20-го века под названиями «идемпотентная арифметика» и «идемпотентный анализ». Изначально эта математика предназначалась для решения задач квантовой механики, но в последствии нашла применение во многих областях, в том числе, в алгебраической геометрии, сетевом планировании, информатике и получила прилагательное «тропическая» в честь бразильского математика Имре Саймона [2], но без связи с экономикой.

Следует также заметить, что современный идемпотентный анализ, в котором тропическая математика занимает существенное место, включает теорию решеток и теорию упорядоченных векторных пространств [2]. Здесь довольно причудливым образом восстанавливается связь с идеями Л.В. Канторовича относительно роли упорядоченности и в теории векторных пространств, и в экономике. Именно Канторович еще пятьдесят лет назад увидел перспективу применения идемпотентного сложения в экономике, где продукты – достижения науки, знания, информация [1]. О представлении информации в цифровом формате речь не шла, но это в данном случае не так важно, важна идемпотентность сложения.

Совсем в другом ключе увидел возможность ее применения в экономике В.П. Маслов. Он связал идемпотентную или тропическую математику с хищническим характером капитализма, что сильно навредило его книге [4]. Словосочетание «тропическая математика» в [4] ассоциируется с экономикой неэквивалентного обмена, с финансовыми пирамидами 90-х и фактическим ограблением большинства населения России. Однако, предлагаемые в ней математические конструкции достаточно универсальны и могут быть использованы в другом контексте, не связанном с образами наивных дикарей (из тропиков) или не многим более искушенных в бизнесе вкладчиков финансовых пирамид. Более того, элемент пирамиды есть едва ли не в каждом успешном бизнесе, причем именно в экономике цифровых продуктов и услуг это проявляется наиболее ярко. За примерами далеко ходить не надо. В качестве примеров лучше всего рассмотреть компании, преодолевшие рубеж в триллион долларов по рыночной капитализации, в США их 3, это Apple, Amazon и Microsoft. Все они олицетворяют собой цифровую экономику. Apple

преодолела рубеж в триллион первой в августе 2018, в сентябре этого же достигла Amazon, а теперь Microsoft, это произошло сразу после публикации квартального отчета, показавшего рост основных показателей. В том числе, чистая прибыль за квартал составила 8,809 миллиардов долларов, против 7,424 за аналогичный период 2018 года. Даже если предположить, что годовая чистая прибыль составит 36 миллиардов, это слишком мало для такой капитализации. Мультипликатор в этом случае должен быть равен примерно 28, что не очень реально. Но чистая прибыль, скорее всего, не будет все время столь высокой. В 2017 году она составляла примерно 25,5 миллиарда, в 2018 – только 17,6 миллиарда в связи не совсем типичными потерями. Чистая прибыль Amazon за 2018 год составляла \$10.073B, что примерно в 100 раз меньше ее рыночной капитализации на сентябрь 2018 года. Иными словами, чтобы ее оправдать здесь требуется мультипликатор, равный 100. 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 ближайшего конкурента по рыночной капитализации Amazon. И 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!

Таким образом, даже беглый взгляд на доходность и рыночную капитализацию ведущих игроков цифровой экономики позволяет увидеть явные признаки финансовой пирамиды. Люди покупают акции этих фирм в надежде не столько на дивиденды, сколько на рост цены акций. Их ожидания – сумма ожидаемых дивидендов плюс премия от роста цены акций. При этом видна тенденция: доле премии тем выше, чем меньше в фирме производства (в широком смысле). Его совсем или почти совсем нет у Amazon, а потому все надежды покупателей акций связаны с ростом их цены. У акционеров Apple больше надежд на дивиденды, фирма производит и программное обеспечение, и «железо».

Но вернемся к идеям В.П. Маслова. Одно из его главных достижений в моделировании 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, имеем

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

Иначе говоря, при нулевом значении параметра имеем дело с обычным средним, при устремлении параметра к бесконечности приходится иметь дело с идемпотентной или близкой к ней математикой. По Маслову, именно это происходит во время роста финансовых пирамид. С таким же и даже большим успехом можно сказать, что так происходит по мере цифровизации экономики. Подробно об этом и многом другом не менее интересном следует читать в книге [4], но не связывать это с хищнической сущностью капитализма, капитализм тут не главное, главное – цифровизация и тропическая математика.

Литература

1. Козырев А.Н. Моделирование НТП, упорядоченность и цифровая экономика// Экономика и математические методы, т. 47, № 4, 2011 г. 131-142
2. Литвинов Г.Л., Деквантование Маслова, идемпотентная и тропическая математика: краткое введение, Зап. научн. с ПОМИ, 2005, том 326, 145-182
3. Маслов В.П., Колокольцев В.Н., Идемпотентный анализ и его применение в оптимальном управлении. М.: Физматлит, 1994.
4. Маслов В.П. Квантовая экономика, М.: Наука, 2006.
5. Модильяни Ф., Миллер М. Сколько стоит фирма Теорема ММ. М. Дело, 1999.

Козырев Анатолий Николаевич

Ключевые слова

Идемпотентное сложение, цифровизация, цифровой формат,

Kozyrev Anatoly, Digital economy and tropical mathematics

Keywords

Idempotent addition, digitalization, digital format,

Abstract

Idempotent addition is sufficient reason to consider tropical mathematics as a suitable mathematical apparatus for modeling the Economics of digital products and services. But there are other reasons for choosing tropical mathematics. They become clear when analyzing the financial statements of companies that play key roles in the digital economy. The cost of such companies is not consistent with the theorem-MM.