

ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АГЕНТА И ЦЕНА ИНФОРМАЦИИ

Информация – это краеугольный камень в процессе принятия решений экономическими субъектами в любой стране. Однако наибольшее внимание она стала привлекать в последние десятилетия в связи с бурным развитием информационного общества, или, как его еще по-другому называют, общества, основанного на знаниях.

Исследования в области экономической теории привели к пониманию важности информации, особенно в связи с ее асимметричным распределением. Но если информация является важнейшим компонентом принятия решений экономическими субъектами, то становится необходимой деятельность по ее производству и распространению, которая также потребляет ограниченные ресурсы общества. Следовательно, в теории и практике появляется важная задача определения стоимости информации и эффективности ее использования. Справедливая оценка информации позволила бы принимать решения о рациональности вложения средств в ее производство. Поскольку современная экономика представляет вполне зрелую рыночную систему, то оценить стоимость информации невозможно без привлечения рыночного механизма. Общество должно получить разумный критерий относительно того, стоит ли выделять ограниченные ресурсы на производство дополнительной информации или же нет.

В литературе можно найти множество работ, посвященных особенностям информации как товара, попыткам определения затрат по ее производству и результатов от ее потребления (Allen, 1990; Grossman and Stiglitz, 1980; Hirshleifer, 1971; Fama, Laffer, 1971; Стиглер, 1961; Machlup, 1968; Arrow, 1962; Demsetz, 1969; и др).

Имеет ли информация какие-то особые свойства, которые отличали бы ее от обычных товаров? Если информация – обычный товар, хотя и обладающий определенной спецификой, то можно говорить и об ее равновесной цене. В состоянии равновесия ее стоимость с точки зрения одного субъекта должна совпадать со стоимостью с точки зрения всего общества, поскольку предельные издержки производства последнего товара должны быть равны предельному доходу, который согласен выделить самый последний потребитель.

Как правило, исследователи выделяют несколько специфических свойств этого товара. Одной из важнейших черт информации является то, что она обладает специфическим свойством «неотчуждаемости». Тот факт, что использование информации не эксклюзивно, роднит ее с общественными благами. Использование информации одним субъектом не мешает использовать ее другому. В модели рациональных ожиданий это может привести к краху рынка, что было показано Гроссманом и Стиглером в 1980 г. (Grossman, Stiglitz, 1980).

Другая особенность информации состоит в том, что она – «скоропортящийся» товар. Ее точность и стоимость быстро испаряются со временем. Причем к «порче» данного товара обычно приводит поступление новой информации или устаревание старой. Механизм забывания был рассмотрен Стиглером в 1961 г. (Стиглер, 1961).

Ален (Allen, 1990) отметила также, что обычно производство информации связано с высокими фиксированными затратами и низкими маргинальными, что предполагает существенную экономию на масштабе.

Неотчуждаемость информации может привести к расхождению между затратами на ее производство одним экономическим субъектом («частными» затратами) и затратами, необходимыми с точки зрения всего общества. Хиршлефер в 1971 г. в статье «Частная и социальная стоимость информации и вознаграждение изобретательской деятельности» (Hirshleifer, 1971) продемонстрировал различие между частной и общественной стоимостью информации, сосредоточившись на случае, когда информация добывается экономическим агентом для ее дальнейшего распространения, а не для производства других товаров. Для обычного товара в условиях равновесия при совершенной конкуренции цены на товар в точности равны общественным затратам на его производство, т.е. сумме частных и альтернативных издержек. Особенность же инфор-

* © А.В. Григорьев, Красноярский государственный университет, 2006.

мации состоит в том, что ее можно распространять (бесплатно или нет), но при этом каждый участник этого процесса будет обладать в точности той же самой информацией. Поэтому затраты на ее получение могут не совпадать с такими равновесными затратами, которые характерны для обычных товаров.

Если рассматривается чисто рыночная система, т.е. исключительно сфера обмена, и не затрагивается сфера производства, то сложно разумно ответить на вопрос об общественной стоимости информации. Сфера обмена – это особым образом организованная сфера распределения, а в сфере распределения ничего нового не производится и ничего не потребляется, там товары только перекадываются из одного кармана в другой, поэтому-то исследования в области асимметричности информации сталкиваются с проблемой определения ее стоимости. Ценность информации для одного отдельного субъекта определить можно, но ценность информации с точки зрения общества равна нулю.

По сути, это изначально задано во всех задачах, касающихся асимметрии информации в современной экономике. Однако поскольку данная предпосылка явно не формулируется, то постоянно появляются работы с абсурдными результатами, которые потом долго обсуждаются научным сообществом. Например, бессмысленность платы за информацию при совершенном ее распространении отмечалась Фамой и Лаффером в их статье 1971 г. «Информация и рынки капитала» (Fama, Laffer, 1971). Рассматривая рынок облигаций, они показали, что при идеальном распространении информации вкладывать деньги в ее производство бессмысленно, поскольку мгновенное и беззатратное распространение информации делает ее приобретение более эффективным, чем ее производство. В результате затраты на ее производство несли бы одна компания, а выгодами пользовались все, даже те, кто ничего туда не вкладывал. Поэтому каждый, кто вложил средства в производство информации, окажется в проигрыше, поскольку информация мгновенно перераспределится среди экономических субъектов. Таким образом, выиграть можно только при поступлении новой информации, но производить ее незачем.

Следовательно, разумно ставить вопрос о стоимости информации можно только в экономике, в которой наблюдается «трение» и информация распространяется не идеальным образом. Возникающая в результате такого несовершенства неэффективность позволяет сформировать специфические институты, задачей которых было бы снизить общественные затраты на распространение информации. Очевидно, что часть энергии, которую впустую затрачивает экономика из-за неидеальности распространения информации, пошла бы на поддержание жизнедеятельности подобных институтов.

Заметим, что в этом случае общая сумма затрат в экономике не меняется. В сфере распределения выполняется закон сохранения энергии. Однако при несовершенном распространении информации при определенных обстоятельствах становится разумным выделять часть ресурсов на содержание институтов, которые улучшают информационный обмен между рыночными участниками. Хотя общая сумма энергии в экономике не меняется, улучшается качество ее использования. Изменения этого качества использования энергии можно оценить с помощью какого-то показателя. Наиболее известным подобным показателем является показатель энтропии.

Когда мы говорим о затратах на получение информации, важно определить, с каким типом информации мы имеем дело. В одном случае рыночный агент будет вкладывать средства для получения той информации, которая уже имеется и в ближайшее время может появиться на рынке; в другом – он инвестирует средства в изобретения, которые дают ему информацию о новых производственных возможностях («технологическую» информацию). В первом случае экономическая «энергия» в обществе не меняется (она только по-другому перераспределяется), во втором – энергия общества увеличивается, поскольку возрастает его потенциал по производству новых продуктов. Хиршлейфер (Hirshleifer, 1971) для разграничения этих типов информации провел разграничение между «предвидением» и «раскрытием».

Как правило, в экономической теории информации исходят из того, что на рынке присутствует некоторая неопределенность относительно рыночных параметров товара. О производственных возможностях при этом не говорят. Так и пионерная статья Стиглица (1961) исходила из предпосылки неидеальной информированности агентов относительно рыночной ситуации. Хиршлейфер же в своей статье 1971 г., напротив, рассмотрел ситуацию, при которой рыночные агенты имеют полную информацию о рыночных возможностях, но не о производственных, т.е. не имеют, в его интерпретации, полной «технологической» информации. Эта разница, по его мнению, как раз и порождает отличие в результатах действий по предвидению и раскрытию информации.

Предвидение предполагает, что индивид может получить информацию относительно какого-то грядущего события, которая изменит его личное распределение вероятностей. Причем он может приобрести эту информацию до того, как остальные участники получают возможность либо это событие наблюдать, либо пересмотреть свои оценки вероятности. В данном случае как частное лицо он получит выигрыш, но общество в целом от этого ни выиграет, ни проиграет, поскольку общая сумма дохода в экономике не изменится. Пройдет некоторое перераспределение богатства от одних субъектов (менее информированных) к другим (более информированным). Если брать мир чистого обмена, то стоимость заранее полученной информации, например, об урожае может быть очень большой для отдельного индивида, но общественная стоимость та-

кой информации равна нулю. Для общества в целом такая (рыночная) информация абсолютно ничего не стоит.

В отличие от предвидения рыночной информации, открытие и последующее распространение технологической информации может иметь общественную полезность, поскольку это приводит к изменениям в производстве, трансформируя производственные функции и раскрывая новые производственные возможности. В противоположность предвидению, где информация ценна для индивида, но не имеет ценности для общества, открытие представляет собой продуктивную общественную деятельность.

Важным аспектом производственной информации служит вопрос о разумном вознаграждении обществом деятельности индивида по получению столь полезного продукта. Вот здесь-то и проявляется особенность такого товара, как информация, а именно его неотчуждаемость. Как правило, для практического применения полученных знаний их необходимо предоставить другим экономическим субъектам, например фирмам, производящим продукцию, надзорным органам, гарантирующим безопасность и качество производимого с помощью данной технологии продукта, и т.п. Однако раскрытая информация становится общественным благом, лишая ее первооткрывателя возможности получить вознаграждение.

Поэтому специфика не спекулятивной, а технологической информации как товара требует затрат на поддержание огромной институциональной инфраструктуры, обеспечивающей не только распространение информации, но и ее защиту. Причем нынешний этап эволюции передовых стран заставляет их относиться к подобным вопросам крайне серьезно. Высокоразвитые страны давно вышли за пределы эпохи индустриального общества и формируют экономику, основанную на знаниях. Но генерация главного продукта таких стран – информации – заставляет их тратить колоссальные дополнительные ресурсы по ее защите. Производители информации должны получать доход от ее производства.

Эти вопросы все активнее рассматриваются в теоретической экономике. Произведенная информация – специфический товар. Поскольку она способна распространяться, обладая при этом свойством неотчуждаемости, то ее следует адекватно защищать, в противном случае теряется смысл ее производства. Защищать информацию можно разными способами, каждый из которых по-своему влияет на инвестиции в новые исследования. Защита информации – интересный раздел экономики, породивший много работ на эту тему.

Поскольку результаты исследований либо могут применяться в отдельной отрасли, либо являются достаточно универсальными и используются многими фирмами, то иногда информацию разделяют на информацию общего и частного применения. Информация общего применения обычно касается новых технологий, которые могут быть использованы на многих фирмах. Информация частного применения может быть использована только в данном конкретном месте или проекте, например, когда открыто месторождение нефти. Два этих типа информации требуют для своей защиты различных способов.

Информация общего применения, касающаяся технологий, может быть защищена патентами. Патентование – это один из способов получения соответствующих выгод от затрат на открытие. Патенты позволяют конвертировать информацию в легально признанную собственность. Эта собственность будет генерировать роялти, которые должны быть достаточны для покрытия затрат на производство информации. Естественно, что если роялти окажутся недостаточными либо возникнут проблемы на пути преобразования информации в собственность, то это может привести к недостатку инвестирования в новые технологические идеи (Machlup, 1968; Arrow, 1962).

В ходе дальнейших исследований было выявлено много нюансов. Например, было показано, что недопроизводство идей возможно даже в том случае, если обеспечена патентная защита, поскольку, во-первых, изобретательство – это рискованная деятельность, а все рискованные виды деятельности недофинансируются. Во-вторых, недофинансирование возможно потому, что патентная защита является только частично эффективной. В-третьих, оказывается, что схемы роялти обычно не покрывают всех инвестиционных затрат на производство информации.

Кроме того, обнаружилась еще одна специфика такого товара, как информация, на этот раз в сфере вознаграждения ее производителя. Традиционная литература утверждает, что патенты необходимы, чтобы поддерживать инновации и предохранить от недоинвестирования исследовательскую деятельность. Но Хиршлейфер обнаружил еще один источник дохода от изобретательской деятельности – спекуляцию. Если вложить средства в изобретения, то можно получить информацию о новых производственных возможностях. Однако, обладая этой информацией, изобретатель может спрогнозировать рыночную ситуацию после того, как это открытие будет применено на практике. Цены на выпускаемый товар и связанные с ним товары (в его примере – хлопок и одежда) изменятся. Зная это, можно получить дополнительные выгоды, теперь еще и от спекуляции. Поскольку изобретатель из-за таких спекулятивных возможностей может получить прибыль, которая превосходит выгоды общества от самого изобретения, то появляется стимул инвестировать в изобретательскую деятельность, из-за чего она может быть, напротив, переинвестирована.

Рассматривая вопрос о достаточности средств для инвестирования в производство информации, Демсетц (Demsetz, 1969) также пришел к выводу, что деятельность по производству информации в достаточной мере оплачивается обществом. Поступление новой информации приводит к изменению ожиданий экономических субъектов, а через них и цен. Изменение цен влечет за собой перераспределение богатства и сопровождается

производственной и потребительской адаптацией к новым условиям. Сумма выигрышей от этих адаптаций представляет социальную стоимость информации. Причем это максимум того, что общество может заплатить за ее производство.

Поскольку информация в его модели распространяется идеально, в том числе и без затрат, то стоимость перераспределения информации равна нулю. Однако индивиды, стараясь опередить своих соперников, все равно будут платить за доступ к информации. В результате оказывается, что производство информации оплагивается из двух источников, а это более чем достаточно для компенсации затрат на ее производство.

Даже если информация общего типа может быть защищена патентами, нужна система слежения за тем, чтобы не допустить ее несанкционированного использования; она должна будет определить нарушителя и наказать его. Если же информацию патентами вообще легально защитить нельзя, то для предотвращения ее распространения нужна секретность. Это, в свою очередь, также требует определенных затрат, поскольку всегда существует возможность ее утечки и продажи. Ключевой проблемой здесь является защита от несанкционированной перепродажи.

Информация частного типа, даже если это информация о ресурсах и новых технологиях, также может послужить источником выгод и также имеет свою оценку. Для оценки затрат и результатов вложения средств в этот тип информации следует пользоваться уже инструментарием инвестиционного анализа, который, вообще говоря, предполагает существование хорошо развитого финансового рынка.

Появление новых открытий в рамках отдельных компаний меняет их прогнозируемый денежный поток *PV*, а следовательно, и справедливую стоимость фирмы. Поэтому появление новой информации, например, в результате исследований, которые проводила фирма, поднимает проблему взаимоотношения инсайдеров и аутсайдеров. С точки зрения инсайдеров и аутсайдеров, при асимметричности распределения информации фирма будет стоить по-разному. Именно для разрешения подобных конфликтов между этими сторонами принимаются законы о раскрытии информации и разрабатываются разумные стандарты финансовой отчетности.

Если подходить к этому вопросу опять-таки с чисто распределительной (рыночной) точки зрения, то возникает парадокс: как уже отмечалось, Фама и Лаффер в своей статье 1971 г. показали бессмысленность вложения средств в производство информации при идеальном ее распространении. Отсюда следует, что при невозможности дешевой защиты информации требования по ее раскрытию могут оказаться даже вредными, поскольку не позволяют инсайдерам получить достаточную компенсацию, чтобы окупить исследовательские программы.

Стоимость информации не абстрактная величина. Как и всякий товар, она должна получить общественную оценку. Цена любого товара формируется в результате столкновения на рынке спроса и предложения. Если предложение товара во многом определяется его производителями, то спрос на товар зависит от его потребительских качеств. Поэтому важно определить, как можно узнать потребительскую ценность такого специфического товара, как информация.

Ценность информации непосредственно связана с целью, которой старается достичь экономический субъект. Чем в большей степени информация способствует достижению цели, тем более она ценна. Для достижения одной цели информация может оказаться полезной и ценной, а для достижения другой, напротив, совершенно бесполезной. С точки зрения рационального экономического субъекта информация является ценной, если она уменьшает неопределенность в процессе принятия им своих решений.

Однако это, скорее, вопрос не столько полезности или вредности информации, сколько проблема рационального целеполагания и конструирования системы согласования целей общества и отдельных его субъектов (как физических, так и юридических). С точки зрения системы в целом полезными будут только те желания экономических субъектов, которые способствуют достижению основной цели экономической системы: повышению благосостояния населения страны.

Поскольку ценность информации неразрывно связана с целью, которую преследует ее потенциальный потребитель, то появляется надежда на измерение этой ценности, а значит, на перевод проблемы из области теории в практическую плоскость. Достижение любой цели сопровождается вполне конкретными затратами, и эти затраты могут быть снижены за счет получения нужной информации. Потенциальный пользователь информации сам должен решить, стоит ли тратиться на ее получение, чтобы снизить издержки на достижение своей цели. Получение нужной информации отсекает только кажущиеся альтернативы, улучшая ситуацию выбора рационального субъекта и уменьшая неопределенность.

Поскольку объем полученной информации и цель, которая при этом достигается, тесно связаны, то возникает надежда разумно оценить как стоимость информации, так и ее количество. О поступлении информации мы можем судить по изменению вероятности достижения внятно определенной цели. О разграничении понятий количества информации и ее ценности для получателя речь шла еще в статье Я.Маршака 1960 г. (Marschak, 1960). В отечественной литературе о ценности информации и ее связи с поставленной целью говорилось в работах А.А.Харкевича и М.М.Бонгарда (Харкевич, 1960; Бонгард, 1967).

Иногда можно встретить отождествление изменения вероятности достижения цели с ценностью информации (Чернавский, 2004; Харкевич, 1960; Бонгард, 1967). Например, с точки зрения Д.С.Чернавского, одной из мер ценности информации является

$$V = \frac{\log_2 P}{\log_2 p},$$

где p – вероятность достижения цели до получения информации, а P – после (Чернавский, 2004, с.17).

На самом деле этот критерий не может применяться для определения ценности информации, поскольку ценность может измеряться в тех же единицах, что и цель, для достижения которой служит данная информация. О цели же в этом определении вообще ничего не говорится. Поэтому применение подобного показателя в экономике предполагает создание показателя, аналогичного показателю *VaR (Value-at-Risk)*, который используется для оценки рисков. Только в данном случае мы должны в денежных единицах выразить стоимость на единицу информации - *Value-at-Information (VaI)*.

Обычно экономисты рассматривают ценность информации на основе тех выигрышей, которые можно получить от ее дополнительной порции. Естественно, что величина ценности полученной информации будет определяться в рамках конкретной задачи, которая решается данным исследователем. В качестве цели в неоклассической теории обычно выступает максимизация полезности индивида или максимизация прибыли фирмы. Как правило, не рассматриваются внутренние информационные потоки, которые призваны обеспечивать жизнедеятельность такого сложного организма, как современная компания. Это сам по себе интересный вопрос для исследователя, но он наталкивается, как и в общем случае, на проблему определения затрат и результатов при вложениях в данный специфический производственный ресурс.

Общая схема для получения ценности или стоимости информации в неоклассической теории достаточно проста и является экономической интерпретацией понятия математического ожидания. Для получения значения ценности (например, в форме полезности или в стоимостной форме) необходимо знать значения всех исходов, значения всех вероятностей и вероятностную структуру будущего развития событий, поскольку обычно информационная структура рассчитывается на основе условных вероятностей. Причем в простейшем варианте предполагается, что каждое последующее событие обусловлено только предыдущим, но независимо от него, т.е. система обладает только краткосрочной, марковской памятью. Это позволяет опираться при моделировании деятельности субъекта на стационарные процессы. Таким образом,

$$P_I = E[V | p],$$

где P_I – ценность информации; V – значение оцениваемого параметра (например, U – полезность, или C – затраты, или V – доходы, или W – богатство).

Например, Дж.Стиглер, рассматривая рекламу как процесс информирования покупателей, определяет ценность информации через снижение ожидаемых затрат покупки от каждого дополнительного поиска («... ценность информации измерима величиной, на которую она снижает ожидаемые затраты покупателя на его покупки ...») (Стиглер Дж., 1961, с.552).

Формула, которую он приводит, основывается на биномиальном распределении:

$$P_I = \sum_{m=1}^r \frac{r!}{m!(r-m)!} \lambda^m (1-\lambda)^{r-m} \Delta C_m,$$

где r – количество продавцов, известных покупателю; m – количество поисков (количество исследованных продавцов); λ – доля покупателей, получивших информацию через рекламу; ΔC_m – ожидаемое снижение затрат покупателя для поиска m .

К.Эрроу (Arrow, 1971) предложил измерять ценность информации по аналогии с информацией, полученной с помощью какого-то канала связи. Для этого достаточно сравнить полезность лица, которое принимает решения, до и после использования канала. Тогда можно определить «спрос» на данный канал.

Хиршлейфер и Рейли (Hirshleifer, Riley, 1979) также выводили ценность информации через функцию полезности. Информация у них определялась как полученное сообщение, и вводилось понятие информационной структуры, понимаемое как сообщение о различных событиях, которые могут произойти.

Поскольку речь идет об индивидах, которые получают сообщение и пытаются определить его ценность, то следовало бы остановиться на проблемах, связанных с семантикой и прагматикой полученного сигнала. Однако формализовать содержательные аспекты коммуникации чрезвычайно сложно, поэтому экономисты сразу переходят к делу и сворачивают на привычный путь определения неопределимого через неопределенное, т.е. создают иллюзию объяснения, скрываясь за полезностью.

Хиршлейфер и Рейли отмечают, что сообщение может иметь различную ценность для разных людей, в зависимости от следующего:

- 1) могут ли они предпринять какие-либо действия, основываясь на данном сообщении;
- 2) какую чистую выгоду (прирост полезности) они извлекут в результате этих действий.

Стоимость этой «информационной структуры» $V(\eta)$ представляет собой прирост полезности при варианте «знаток» по сравнению с вариантом «невежа»:

$$V(\eta) \equiv \sum_m q(m) \text{MAX}_a \sum_e p(e|m) U(a, e) - V(\eta_0),$$

где $q(m)$ = предельная вероятность получения сообщения m ; $p(e|m)$ = условная вероятность события e при условии получения сообщения m ; $U(a, e)$ = функция полезности, т.е. полезность, получаемая в результате действия a , если событие e произойдет; $V(\eta_0)$ = ожидаемая полезность лица, принимающего решения, без информации.

Согласно этой формуле индивид, принимающий решение, будет оценивать информационную структуру (представленную в виде набора сообщений), выбирая действие, максимизирующее ожидаемую полезность при условии получения данного сообщения. Каждому возможному сообщению m ставится в соответствие событие e , а каждому событию – действие a . Каждому действию a приписывается значение функции полезности U . При такой цепочке соответствий можно попытаться найти то, которое приводит к наивысшему результату – к максимальной полезности, наивысшей удовлетворенности. Можно записать:

$$\text{MAX}_a \sum_e p(e|m) U(a, e) \cdot$$

После этого ожидаемая полезность каждого оптимального действия, которое производится в ответ на полученное сообщение, взвешивается по вероятности получения сообщения $q(m)$. В результате находится ожидаемая полезность всего набора сообщений. Это называется ожидаемой полезностью информационного набора $V(\eta)$.

При такой схеме рассуждений возникает много вопросов. Например, $p(e|m)$ - это вероятность того, что произойдет событие e при получении сообщения m . А если сообщение m не будет получено, то событие не произойдет?

Общая схема оценки информации приобретает в данном случае двойную размерность. Мы имеем дело не с одной вероятностью, а с двумя, что не упрощает, а еще более усложняет задачу. Теперь мы должны знать вероятностную структуру получения данного сообщения, вероятностную структуру того, что при получении этого сообщения произойдет некое событие, полезность от того действия, которое предпримет индивид при наступлении события и которое произойдет при поступлении информации. Кроме этого, мы должны еще знать ожидаемую полезность индивида, если он не получит никакой информации. Другими словами, мы должны знать вероятностную структуру варианта поступления нулевой информации.

К сожалению, обычно в неоклассической теории говорится о выигрышах и проигрышах в случае получения или неполучения информации и подразумевается, что обработка информации экономическим субъектом осуществляется бесплатно. «В ортодоксальной теории принятия решений неизменно считается, что возможности обрабатывать информацию не сопряжены с издержками и не ограничены по объему» (Нельсон, Уитнер, 2002, с.101).

Есть еще одно препятствие на пути разумного определения стоимости информации. Традиционная микроэкономическая теория основана на теории полезности, заменяющей собой все многообразие мотивов, которыми руководствуются люди в своей жизни. Соответственно, если мы будем с этой точки зрения подходить к определению стоимости информации, то ее нужно будет определять в единицах полезности на один бит полученной информации. По этому поводу хотелось бы заметить, что, на наш взгляд, теория полезности не только не проясняет сущность экономических явлений, но и наносит существенный вред теоретическому осмыслению общественного развития современного общества.

Рассматривая проблемы определения стоимости информации в современной экономике, мы видим, что в теоретических исследованиях обычно не дается ни ее определения, ни меры, с помощью которой можно оценить количество полученной экономическим субъектом информации. В результате стоимость информации должна показывать, сколько никому не понятных «ютилей» или полезностей «стоит» смутно понимаемое нечто, которое считается «информацией».

Можно бесконечно долго дискутировать по поводу того, сколько ангелов располагается на конце иглы или сколько полезностей получает потребитель, покупая товар, но это ни на йоту не продвинет нас на пути понимания окружающего мира. Бесконечное конструирование оптимизационных задач со все более изощренным математическим аппаратом на основе полезности или кривых безразличия несколько не продвинет нас в понимании закономерностей общественной, в том числе экономической, эволюции. Поэтому при определении цены информации мы должны избавиться от экономически бессмысленных понятий и поставить целевую функцию экономического субъекта в такой форме, которая позволяла бы нам получить стоимость информации в привычной форме, т.е. в форме руб/бит.

Следует обратить внимание на то, что в исследованиях, посвященных ценности полученной субъектом (индивидом или фирмой) информации, не затрагивается вопрос о ее количестве. Если даже мы и можем определить выигрыш агента при поступлении информации, то невозможно сказать, какой объем новых сведе-

ний к нему поступил. Поэтому мы не можем определить стоимость единицы информации. Если бы мы знали количество полученной информации, а значит, имели бы возможность его измерить, тогда можно было бы величину выигрыша разделить на объем поступившей информации и получить стоимость ее единицы. Далее можно было бы перейти к вопросу затрат на производство информации, а также к выяснению ее равновесной цены. Однако в той постановке, в которой обычно формулируются задачи в неоклассической экономике, это сделать затруднительно. Поэтому нужно переформулировать задачу таким образом, чтобы в ней явно отражалось, во-первых, количество поступающей в распоряжение субъекта информации, во-вторых, выигрыши в случае ее поступления, или, напротив, проигрыши в случае ее недостатка.

Оставив в стороне субъективные полезности и индивидов, обратимся к другой группе экономических субъектов – фирмам. Эта группа игроков на экономической арене имеет свои цели, главной из которых является их выживание в изменчивой и конкурентной среде. Среди многих целей, которые преследует современная компания, имеется цель, относящаяся к максимизации прибыли, или к минимизации затрат на свое функционирование. Это уже нечто более конкретное, по сравнению с «полезностью».

Для достижения поставленной цели экономические субъекты должны выделять ограниченные ресурсы. Однако в условиях сильной и слабой неопределенности ресурсы могут расходоваться по-разному. Если вероятность достижения цели высока, то главной задачей становится экономия энергии (или времени) ее достижения (Стратонович, 1965). Если же высока неопределенность, то основную роль играет энергия на приобретение дополнительной информации.

Любые справедливые затраты в современной экономике сопряжены как с издержками, задаваемыми технологией производства и не связанными с неопределенностью, так и с издержками, которые являются необходимой платой за функционирование в непредсказуемом окружении. Без этих последних затрат современная экономика существовать не может, поскольку в противном случае мы имели бы дело не с рыночной системой, предполагающей свободу выбора и ответственность предпринимателя за его последствия, а с детерминированной, по сути с плановой, экономикой. Но любой выбор основывается на информации, получение которой никогда не бывает бесплатным. Каким образом можно определить стоимость информации для фирмы, работающей в нестабильной среде?

Поступление новой информации, на основании которой экономический субъект принимает решения, снижает его уровень неопределенности, приводя к уменьшению возможных потерь. Нужно как-то измерить количество поступившей информации и определить ее ценность. Ценность информации – это величина, характеризующая максимальную пользу, которую можно извлечь из информации при наилучшем ее применении, а «польза» неразрывно связана с целевой функцией агента, принимающего решения. Очевидно, что в экономике эта польза должна выражаться в стоимостной форме, поскольку только тогда можно рассчитывать на работоспособность процедуры рационального выбора, основывающейся на сравнении затрат и результатов рациональным субъектом. На наш взгляд, использовать такое понятие, как «полезность», бессмысленно.

Встанем на точку зрения одного экономического субъекта, точнее, фирмы. В этом случае мы попадаем в поле деятельности локальной экономики, в которой от затрат на получение информации абстрагироваться нельзя. На практике постоянно приходится сталкиваться с ситуациями, которые предполагают различные варианты развития событий и каждый из них сопровождается либо дополнительными потерями, либо дополнительными выгодами. Причем принятие решений обусловлено ограничениями, накладываемыми на уровень затрат, который может считаться допустимым. Следовательно, набор возможных решений лежит в некоем диапазоне, и выбор определяется не только функцией распределения вероятностей $p(x)$, но и функцией, которая описывает распределение затрат при различных сценариях развития событий – $c(x)$. Это усложняет задачу оценки выгод, получаемых от дополнительно поступившей информации.

Увеличение внутренней неопределенности системы (о чем свидетельствует рост энтропии) ведет к увеличению средних затрат ее функционирования. Нулевая энтропия сопровождается минимальными затратами, которые нельзя снизить даже в состоянии полного знания. Но если энтропия ограничена снизу положительной константой, т.е. неопределенность не может быть уменьшена ниже какой-то величины, то система в процессе своей жизнедеятельности время от времени будет принимать и менее выгодные решения, поэтому средние затраты будут расти. Чем выше энтропия, тем с большей частотой система принимает невыгодные решения. Поэтому на определенном этапе затраты на получение дополнительной информации могут оказаться вполне приемлемыми, чтобы снизить ожидаемые потери. Поскольку целью экономического агента в данном случае является снижение затрат, то в соответствии с ней можно определить и ценность информации.

Возьмем в качестве примера дискретный случай и предположим, что система может принимать N возможных состояний.

Каждый вариант развития событий может реализоваться с определенной вероятностью $p = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$. Следовательно, в модель закладывается вероятностная структура событий.

Принятие i -го решения влечет затраты c_i , набор которых определяется функцией затрат $c = \{c_1, c_2, \dots, c_N\}$. Таким образом, еще одна структура, которая нужна для описания ситуации, – это структура издержек, или спектр допустимых затрат фирмы.

Теперь можно сконструировать оптимизационную задачу, где в качестве целевой функции выступает минимизация расходов, а одним из ограничений является уровень энтропии, поскольку решения принимаются в условиях неопределенности. Задавая различные уровни неустраняемой неопределенности (различные значения энтропии), мы будем получать и различные уровни затрат. В результате получим минимальные затраты, которые согласуются с данным уровнем неопределенности.

Решение задачи будет зависеть от распределения, которому, по нашему мнению, будет подчиняться будущее развитие событий.

В простейшем виде задача будет выглядеть следующим образом:

$$C = \sum_{i=1}^N c_i \cdot p_i \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N p_i = 1 \\ -\sum_{i=1}^N p_i \log p_i = H \end{cases}$$

Поскольку затраты взвешены по вероятностям, то решение будет зависеть от выбранной функции распределения, которое обеспечит нам минимум средних издержек предприятия, работающего в условиях неполной информации.

Заметим, что это вполне естественная постановка задачи. Любая развивающаяся система (фирма в том числе) должна иметь некоторый неснижаемый уровень энтропии, который обеспечивает ее гибкость. Энтропия показывает среднее число допустимых состояний системы при данном уровне энергии (затрат). Иными словами, она является обобщенным показателем свободы данной системы. В определенных рамках фирма, не разрушаясь, может находиться в нескольких допустимых состояниях. Нулевая энтропия означала бы отсутствие свободы действий компании и полную ее неспособность адаптироваться к изменениям в окружающей среде.

Что касается распределения вероятностей, то на практике фирмы зачастую используют экспертные оценки, на основании которых рассчитывают, например, «оптимистический», «пессимистический» и «реальный» сценарии. Однако крах системы прогнозирования 1970-х годов показал, что прогнозирование в экономике - дело субъективное и в действительности прогнозы практически никогда не оправдываются, и это не удивительно для информационно эффективной системы. Поэтому нужно поставить задачу таким образом, чтобы минимизировать произвольность оценок относительно развития событий в будущем, т.е. по возможности избавиться от субъективизма. Для этого удобно воспользоваться формализмом Джейнса.

Очевидно, что задача на минимум имеет двойственную задачу: задачу на максимум. С точки зрения отдельной фирмы, задав средний уровень возможных потерь, на который она ориентируется, и спектр ее затрат, можно получить распределение вероятностей, которое соответствует этому уровню. Причем отнюдь не обязательно данное распределение будет нормальным. Если же мы будем знать распределение, то сможем оценить и максимальный объем информации, который необходим, чтобы полностью описать систему:

$$H = -\sum_{i=1}^N p_i \log p_i \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N p_i = 1 \\ \sum_{i=1}^N p_i \cdot c_i = C \end{cases}$$

Эта задача также допускает естественную интерпретацию. В ходе решения находим максимально допустимый уровень неопределенности (риска) при заданном уровне потерь, так что при известной функции затрат мы подбираем подходящую функцию распределения. Причем неопределенность измеряется не в среднеквадратических отклонениях, что привязывает нас к нормальному распределению, а в единицах более общей, энтропийной меры, которая не накладывает излишних субъективных ограничений на будущее развитие событий.

Величина затрат C является средним ожидаемым значением, которое представляется вероятным при имеющейся в данный момент информации. Его величина зависит от многих параметров, как внутренних, так и внешних, например от фазы экономического цикла. На практике ожидаемое значение определяется в процессе планирования деятельности компании. Поэтому в качестве C может выступать целевой уровень затрат.

В 1959 г. Г. Саймон писал: «Имеющиеся работы по изучению ожиданий предпринимателей никогда не выясняют содержание этих оценок, а ограничиваются лишь изучением предметов прогнозов, который в

лучшем случае может быть интерпретирован как прогноз средних значений статистического распределения». И далее: «Известно, что в определенных условиях среднее значение вероятностного распределения – это единственный параметр, который подходит для принятия решения, и даже если принимающему решению известны отклонения и высшие значения, он не может их использовать. В этих случаях средняя арифметическая есть фактически эквивалент определенности, т.е. оптимальным оказывается такое решение, как если бы будущее было точно известно» (Саймон, 2000, с.61).

Как не трудно заметить, обе задачи можно использовать в процессе принятия решений в нестабильной среде. Решение задач дает возможность оценить стоимость единицы информации для ее потребителя, т.е. в результате можно узнать уровень снижения затрат фирмы при получении дополнительного бита информации.

Подобные задачи можно решить с помощью функционала Лагранжа. Для второй задачи функционал таков:

$$L(p_i, \lambda_0, \lambda) = -\sum_{i=1}^N p_i \cdot \ln p_i - \lambda_0 \cdot \sum_{i=1}^N p_i - \lambda \cdot \sum_{i=1}^N c_i \cdot p_i,$$

где λ_0 и λ – множители Лагранжа.

Решение получается при

$$\ln p(x) + 1 + \lambda_0 + \lambda \cdot c(x) = 0,$$

и распределение вероятностей принимает форму распределения Гиббса:

$$p(x) = e^{-(1+\lambda_0)-\lambda \cdot c(x)} = e^{-\lambda \cdot c(x)} \cdot e^{-(1+\lambda_0)} = \frac{e^{-\lambda \cdot c(x)}}{e^{-(1+\lambda_0)}}.$$

Знаменатель находим из условия нормировки $\sum_x p(x) = 1$, избавляясь от параметра λ_0 , и окончательно получаем следующее распределение:

$$p(x) = \frac{e^{-\lambda \cdot c(x)}}{Z(\lambda)},$$

где $Z(\lambda)$ – статистическая сумма. Причем

$$1 + \lambda_0 = \ln Z.$$

Заметим, кстати, что Z является функцией только множителя λ (или множителей, если имеется набор ограничений). Следовательно, в данном случае интерес представляет только один множитель Лагранжа, а именно λ .

Теперь обратимся к интерпретации полученных результатов.

Заметим, что множители Лагранжа естественным образом подбирают размерность:

- 1) целевая функция измеряется в битах;
- 2) средние затраты – в денежных единицах (например, в рублях).

Поскольку целевая функция измеряется в битах, то λ как показатель чувствительности целевой функции к значению ограничения имеет размерность бит/руб:

$$\begin{aligned} H - \lambda_0 - \lambda \cdot C &= 0 \\ \frac{\partial H}{\partial C} &= \lambda \end{aligned}$$

Более естественным было бы ввести обратную величину I к параметру λ , т.е. $\lambda = 1/I$. Тогда $I = \lambda^{-1}$ имела бы ценовую размерность, т.е. руб/бит. Это означает, что при решении задачи мы получили бы цену бита информации, которую согласна платить фирма за ее приобретение.

Это *предельная* цена, выше которой затраты на получение информации не оправданы, т.е. не соответствуют той выгоде, которую можно получить от снижения уровня неопределенности. Поскольку $\lambda = 1/I$, а $\lambda = \frac{dH}{dC}$, то $I = \frac{dC}{dH}$, т.е. λ – прирост информации в битах на каждый дополнительный рубль ожидаемых

потерь. Тогда I – прирост затрат при увеличении энтропии на один бит или, напротив, снижение затрат при уменьшении неопределенности на один бит. Поскольку неопределенность измеряется с помощью энтропии, а энтропия – это средняя величина степеней свободы, то I – это прирост средних затрат, приходящийся на одну дополнительную степень свободы, т.е. средняя плата за свободу. Рост этой платы, т.е. цены информации, сопровождается большим беспорядком в системе.

Заметим, что такая цена является для фирмы равновесной: либо она платит эту цену и снижает уровень возможных потерь, либо она ее не платит и несет потери в размере сэкономленной цены. В условиях равновесия и выполнения гипотезы эффективности рынка средние затраты на получение единицы дополнительной информации (уменьшения энтропии на единицу) в точности равны среднему проигрышу в ситуации принятия решений наобум. Об этом и говорит двойственная задача максимизации энтропии при заданных средних затратах или, напротив, минимизации средних затрат при заданной энтропии.

Таким образом, до тех пор, пока рыночная цена информации будет меньше предельной, которую согласна платить фирма, стоит нести затраты на приобретение дополнительной информации, поскольку расходы на ее приобретение будут меньше, чем ожидаемая выгода. Если же рыночная цена превышает предельную цену для фирмы, то от приобретения дополнительной информации стоит воздержаться: затраты на ее приобретение будут выше предполагаемой выгоды.

Если две фирмы имеют одинаковые представления о стоимости информации, то между ними обмен информацией не происходит. Ни одна из них от подобного обмена не может изменить свою энергию. Если же цена бита для двух фирм разная, то за соответствующую плату фирма с более низкой ценой может передать информацию фирме, которая оценивает I более высоко. Дисбаланс в ценах на информацию порождает информационные потоки, которые выравнивают эти цены. Поскольку I – это интенсивный параметр системы, то она, в отличие от экстенсивных параметров, не зависит от объема затрат. Поэтому и маленькая, и большая фирмы в состоянии равновесия должны иметь одинаковые значения стоимости информации, т.е. средней стоимости одной степени свободы, измеряемой в битах.

Г. Саймон еще в 1959 г. в разделе, касающемся стоимости информации, писал, что информацию «... следует собирать до того момента, когда предельные затраты на сбор дополнительной порции информации станут равными предельной прибыли, которая может быть получена в результате обладания такой дополнительной порцией» (Саймон, 2000, с.63). Тем не менее измерить эту предельную прибыль и поставить в соответствие с количеством полученной информации никому не удалось. Объем информации в экономике просто не умели измерять. Поэтому Г.Саймон свел дальнейшие рассуждения к разговору об оптимальной выборке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бонгард М.М. Проблема узнавания / М.М. Бонгард. - М.: Наука, 1967. – 220 с.
2. Нельсон Ричард Р. Эволюционная теория экономических изменений: пер. с англ. / Р. Ричард Нельсон, Дж. Сидней Уитнер. – М.: Дело, 2002. – 536 с.
3. Саймон Г.А. Теория принятия решений / Г.А. Саймон // Вехи экономической мысли. Теория фирмы. Т.2; под ред. В.М.Гальперина. – СПб.: Экономическая школа, 2000. - С. 54-72.
4. Стиглер Дж. Экономическая теория информации / Дж. Стиглер // Вехи экономической мысли. Теория фирмы. Т.2; под ред. В.М. Гальперина. - СПб.: Экономическая школа, 2000.
5. Стратонович Р.Л. Теория информации / Р.Л. Стратонович. - М., Сов. радио, 1975. – 424 с.
6. Харкевич А.А. О ценности информации / А.А. Харкевич // Проблемы кибернетики. - 1960. - Вып. 4. - С.53-57.
7. Чернавский Д.С. Синергетика и информация (динамическая теория информации). 2-е изд. / Д.С. Чернавский. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
8. Allen, Beth (1990) “Information as an Economic Commodity” // *American Economic Review*, 80 (2), May. – P.268-273.
9. Arrow K.J. Economic Welfare and the Allocation of Resources to Invention. / *The Rate and Direction of Inventive Activity*. in Richard Nelson (ed.) – N.Y.: Princeton University Press. – 1962.
10. Arrow K.J. (1971), “The Value and Demand for Information”, in K.J. Arrow, *Essays in the Theory of Risk Bearing*.
11. Demsetz M. (1969), “Information and Efficiency: Another Viewpoint”. // *Journal Law Economic*, Apr., 12. – P. 1-22.
12. Fama E.F. and Laffer A.B., “Information and Capital Markets”. // *Journal of Business*, July 1971, 44. – P.289-298.
13. Grossman, Sanford J. and Joseph E. Stiglitz (1980), “On the Impossibility of Informationally Efficient Markets”. // *American Economic Review*, (Vol.70) LXX (3), June. – P. 393-408.
14. Hirshleifer, J. (1971), “The Private and Social Value of Information and the Reward to Inventive Activity”. // *American Economic Review*, September, 61. – P.561-574.
15. Hirshleifer J., Riley J., “The Analytics of Uncertainty and Information – An Expository Survey” // “*Journal of Economic Literature*”, December 1979. – P. 1375-1421.
16. Machlup F., “Patents”. / *International Encyclopedia of the Social Sciences*. - New York, 1968, 11. – P. 461-472.