

Эволюция теории информации в современной социэкономической системе

А. М. БАРАНОВ

Введение. Поскольку в новой социэкономической системе информация является доминирующим ресурсом, изучение основных свойств и аспектов её использования является одной из центральных проблем теории и методологии современной информационной экономики. **Целью** данного исследования является:

- **рассмотрение основных подходов квантификации информации;**
- построение **схемы потребления информации** современным потребителем;
- **анализ различных трактовок данного термина;**
- предложение **самостоятельной трактовки информации;**
- **уточнение терминологического аппарата** теории информации.

Основная часть. Термин «информация» стал широко употребляться начиная с 30 годов XX века. При этом **информация** (лат. «informatio» – «осведомление») использовалась для обозначения набора передаваемых сообщений или сведений.

Эволюция теории информации показывает, что первоначально в связи с бурным НТП возникла необходимость измерения количества передаваемой информации, в результате чего возник и получил распространение **количественный подход** её квантификации.

Исторически первым основоположником количественного подхода был Р. Хартли, который в 1928 году предложил использовать логарифмическую функцию для измерения количества информации, связав при этом понятие информации с осуществлением выбора из множества возможностей [11].

В 1946 году исследователь математической статистики Д. Тьюки обозначил одно из главных понятий XX века – «бит», первый показатель количественного измерения информации, предполагающий выбор из двух взаимоисключающих значений: да/нет, включено/выключено и т. п. Д. Тьюки использовал бит для обозначения одного двоичного разряда, способного принимать значение 0 или 1 [13]. Впоследствии данным показателем воспользовался К. Шеннон, который по праву считается основателем **теории информации**. В 1948 году в работе «Математическая теория связи» Шеннон описал модель передачи информации в условиях потерь, связанных с шумами (помехами).

Также Шеннон впервые ввёл понятие **энтропии** как величины, противоположной информации и отражающей степень её неупорядоченности, неопределённости. Например, можно рассмотреть последовательность символов, составляющих словосочетание. Каждый символ появляется с разной частотой, следовательно, неопределённость появления для некоторых символов меньше, чем для других (в этом случае говорят об энтропии n -го порядка). Пусть вероятность (мера частоты, с которой символ употребляется во всех сообщениях) i -го символа алфавита, состоящего из n символов, равна $p(i)$. Тогда информация одного символа $H(x)$:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i) \quad (1)$$

(где x – дискретная случайная величина с диапазоном изменчивости n) [12].

Например, нас интересует, получена ли адресатом корреспонденция. При этом у нас нет подтверждений о том, что она получена или не получена. Равная вероятность этих двух заключений обозначает максимальную неопределённость выбора. Связавшись с адресатом и получив ответ, мы устраним неопределённость до нуля. Заметим, что и положительный, и отрица-

тельный ответ устраняют неопределённость в равной мере. Устранение неопределённости выбора из двух равновероятных возможностей соответствует одному биту информации.

Итак, согласно Шеннону, **информация – это сведения, которые снимают неопределённость.**

Двоичную единицу измерения информации и понятие энтропии одновременно с Шенноном описал основатель кибернетики Н. Виннер, который определил **информацию как «обозначение содержания сообщения, сигнала, полученного от внешнего мира в процессе приспособления к нему»** [3, с. 120].

Отличный от взглядов Хартли, Шеннона, Винера и др. подход к определению количества информации был предложен в 1965 году академиком А.Н. Колмогоровым (**алгоритмический подход**) [4]. А.Н. Колмогоров для оценки информации предложил использовать теорию алгоритмов (программ), в которой количество информации соответствует минимальной длине программы, позволяющей преобразовать один объект в другой. Чем больше отличий у одного объекта относительно другого, тем сложнее алгоритм преобразования. Так, воспроизвести последовательность цифр «1, 1, 1...» можно при помощи очень простой программы. При этом намного сложнее будет программа, восстанавливающая последовательность «1, 2, 3...»

Согласно мнению большинства учёных, придерживающихся количественного подхода, **информация не является ни материей, ни энергией.** В связи с этим можно предположить, что она не предполагает строго количественного эквивалента, подобно энергии или материи. Но **первый парадокс** классической теории информации состоит в том, что, согласно утверждению Р. Хартли, информация предполагает количественную оценку. В формуле Шеннона (1) подразумевается расчёт информации для одного символа сообщения, однако не учитывается то, что нести информацию могут только определённые сочетания символов. Отдельные символы, не удовлетворяющие требованиям алгоритма их считывания (поставленные беспорядочно), не несут информации. В этом проявляется **второй недостаток** количественной теории, в которой не учитывается порядок постановки символов, определяемых вне зависимости от контекста, когда, например, слово «дом» несёт столько же информации, сколько и последовательность букв «одм». Но даже самостоятельное слово «дом» обладает опосредованной информацией, если не учитывается смысловая нагрузка.

Количественный аспект теории информации был развит **«негэнтропийным принципом информации»**, в рамках которого Л. Бриллюэн охарактеризовал **информацию как отрицательную энтропию, или негэнтропию.** Так как энтропия является мерой неупорядоченности, то **информация, по его мнению, может быть определена как мера упорядоченности** [1, с. 54].

В рамках количественного (**синтаксического**) подхода было получено первое определение информации, удовлетворяющее с философской точки зрения: **информация есть устранённая неопределённость.** Её основным показателем, влияющим на понимание термина «информация», является утверждение, что носителем информации является **совокупность физических сигналов.**

Подытоживая основные достижения представителей количественного подхода, необходимо отметить, что он является в большей степени актуальным для технических и математических систем, в то время как социоэкономическая система требует более содержательного элемента оценки полезности информации для пользователя.

Ограниченность трактовки информации с количественной точки зрения привело к появлению **качественного подхода** её квантификации, к наиболее значимым направлениям которого принято относить **семантический и прагматический подходы.**

При семантическом подходе информация оценивается с позиции её семантики, смысловой нагрузки. Важной составляющей семантической теории является количественная оценка **содержания, смысла** символов, используемых в процессе передачи информации. В рамках данного исследования Ю.А. Шредер [10] ввёл понятие **«тезауруса»** (греч. thesauros – сокровище) как некоторого запаса символов, словосочетаний, кодов и отношений между ними, которые накапливаются и используются в процессе обмена информацией. Чтобы информация была востребована потребителем, её содержание должно включать элементы, соответ-

ствующие тезаурусу. Например, для усвоения знаний, которые студент получает в университете, ему необходимо среднее образование, иначе он не сможет понять и использовать предоставляемую информацию.

Количество и качество семантической информации определяется степенью изменения тезауруса под влиянием воспринимаемой потребителем информации. Зависимость востребованной информации от тезауруса субъекта можно представить графически (рисунок 1):

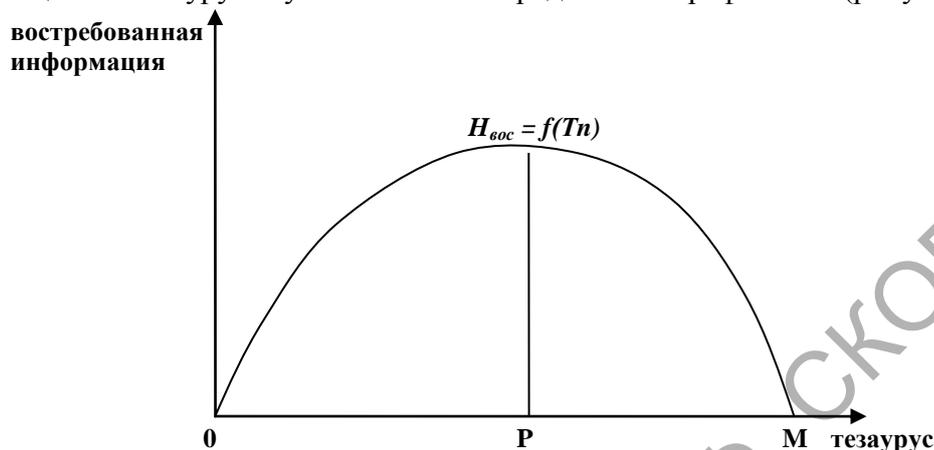


Рисунок 1 – Семантическое влияние тезауруса на полезность информации

На графике показано, что при тезаурусе равном нулю информация не востребована по причине того, что она непонятна. При тезаурусе, соответствующем максимальному значению в точке M, информация не востребована потребителем потому что она ему уже известна. Наиболее полезной является информация в точке P, поскольку потребитель обладает достаточным тезаурусом для её усвоения, но при этом его тезаурус не максимален (не включает предлагаемую ему информацию). При значении тезауруса n -го потребителя Tn количество востребованной для него информации определяется функцией $H_{вос} = f(Tn)$.

С позиции семантического подхода **информация – та часть содержания сообщения, в которой присутствует признак новизны и которую получатель способен понять**. В частности, такое определение даётся современным исследователем информации Т.А. Ставцевой [6].

При **прагматическом подходе** выясняется характеристика информации с позиции её ценности, полезности, целесообразности. Одним из основоположников данного подхода стал А. Харкевич, который предложил измерять целесообразность информации с позиции изменения вероятности достижения цели «до» и «после» её получения [9]:

$$H = \log_2 \frac{p_1}{p_2} \quad (2)$$

где H – количество полученной информации, p_1 , p_2 – вероятности достижения цели «до» и «после» получения информации, соответственно.

Например, пусть вероятность p_1 реализации бизнес-проекта до получения дополнительной информации оценивается руководителем со значением 0,2. После того, как руководитель получил дополнительную информацию, вероятность реализации проекта увеличилась: $p_2 = 0,8$. В соответствии с формулой (2) количество информации, содержащееся в дополнительной информации, полученной руководителем: $H = \log_2 0,8/0,2 = \log_2 4 = 2$.

Следует отметить, что прагматические и семантические оценки часто являются взаимодополняющими, поскольку семантические оценки характеризуют содержание информации, а прагматические – их полезность, целесообразность. Но несодержательная информация не может быть полезной. Поэтому формула (2) вполне справедлива как для семантического, так и для прагматического подхода.

Итак, на основе вышеизложенного с позиции прагматического подхода **информация – это сообщения, которые оценены получателем как «годные к употреблению» (с учётом полезности, эффективности и т.д.) [6].**

Таким образом, все основные подходы теории информации несут в себе те или иные достоинства и недостатки (таблица 1)

Таблица 1 – Сравнительная характеристика подходов квантификации информации

Наименование теории	Достоинства	Недостатки
Синтаксическая (количественный аспект)	<ul style="list-style-type: none"> • стало возможным строгое количественное исследование информационных процессов; • был расширен объём понятия «информация» (с позиций этой теории информацию несут любые объекты и процессы, которые подчиняются статистическим закономерностям) 	<ul style="list-style-type: none"> • информация связывается только со случайными процессами, подчиняющимися вероятностным законам; при этом информационные процессы не касаются однозначно детерминированных систем; • не учитывается осмысленность, полезность информации, что не соответствует концепции, уместной при анализе социологических, экономических и других систем
Семантическая и прагматическая (качественный аспект)	<ul style="list-style-type: none"> • семантика позволяет сопоставить степень соответствия образа и самого объекта; • семантика и прагматика дают возможность определения ценностной значимости информации, её эффективности для выработки модели поведения в существующих условиях 	<ul style="list-style-type: none"> • излишнее использование количественных аспектов для определения содержания, ценности, полезности информации; • недостаточное раскрытие возможностей по определению качества информации

При этом, с нашей точки зрения, для построения целостной концепции теории информации необходимо использовать **комплексный многоуровневый подход**, учитывающий синтаксическую, семантическую и прагматическую теории и отражающий схему потребления информации:

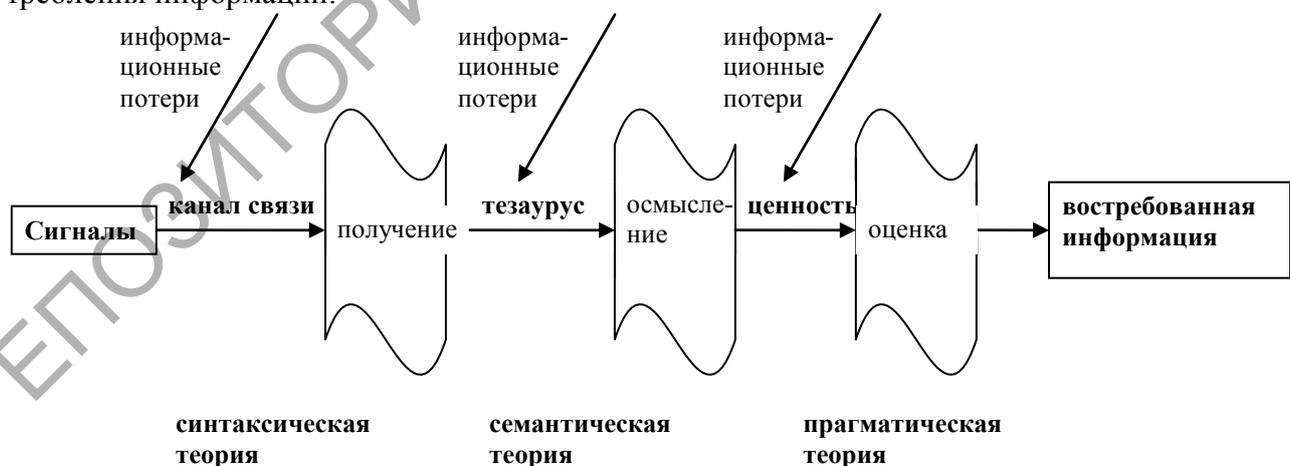


Рисунок 2 – Механизм потребления информации

Анализируя рисунок 2, отметим, что потребление информации носит комплексный характер и связано с неизбежными информационными потерями на всех стадиях превращения сигналов в востребованную потребителем информацию. С позиции **количественно-**

го подхода при передаче информации по каналам связи информационные потери обусловлены помехами (шумами) на линии коммуникации, что приводит к недополучению (искажению) сигналов.

Далее потребитель сталкивается с **семантическим фильтром**, который, в отличие от коммуникационного, связан с его интеллектуальными возможностями по осознанию и переработке полученной информации; на этой стадии имеются информационные потери, так как потребитель отбрасывает информацию, которую не может понять и осмыслить (которая не соответствует тезаурусу субъекта).

Последующая стадия включает оценку информации в зависимости от цели её использования и её ценности (**прагматический подход**). На этой стадии к информационным потерям можно отнести нерелевантную с позиции потребительской ценности информацию.

Так как информация играет значительную роль в развитии общества, наиболее содержательным представляется определение информации с позиции **философского категориального аппарата**, поскольку таким образом отражается универсальность понятия применительно ко всем системам развития. Философской концепции квантификации информации придерживаются ряд известных исследователей (А.В. Соколов, А.Д. Урсул, Р.М. Нижегородцев и др.) Так, по мнению А.Д. Урсула, **информация – это отражение разнообразия, определённости** [8, с. 46]. По мнению Р.М. Нижегородцева, **информация – универсальное свойство материи, которое отражает характер и степень её упорядоченности**, неразрывно связана с понятием жизни, существовала всегда и будет существовать до тех пор, пока существует материя [5, с. 42]. Таким образом, информация лежит в основе материи, всякое явление окружающей действительности несёт в себе информацию.

Учёные понятие информации в своём процессуальном качестве описывают при помощи широкого категориального аппарата: «информационное общество», «информационная система», «информационная экономика», «информационное производство» и т.д. Эти понятия стали фундаментом теории информации, становление которой позволило обозначить специфику форм и проявлений информации. Информация превратилась в мощное орудие преобразования биосферы, так как к информационным связям растительного и животного мира добавились принципиально новые. Именно широкое использование во всех общественных сферах информации является первоэлементом превращения биосферной системы развития в ноосферную, которую В.И. Вернадский рассматривал в качестве «второй природы» [2], создаваемой человеческим разумом.

Таким образом, с нашей позиции информация как основа последней ступени техногенной цивилизации – постиндустриального общества служит «мостом» к обществу антропогенному. По мере ускорения этого процесса информация приобретает статус системообразующего понятия, способствуя теоретическому осмыслению комплекса проблем в области математических, технических, гуманитарных и других наук. Тем не менее, среди учёных, занимающихся этой проблематикой, до сих пор нет общепринятого определения информации, что не позволяет выявить её глубинные сущностные свойства.

Аппроксимируя различные определения информации синтаксической, семантической и прагматической теориями и схему потребления информации (рисунок 2), предложим **самостоятельную трактовку понятия «информация»**: – **информация – это упорядоченная совокупность сигналов, включённых в процесс их получения, осмысления и оценки субъектом в целях реализации им определённых функций.**

Рассматривая категориальный аппарат теории информации, отметим, что часто происходит отождествление понятий «данные», «информация» и «знания», в связи с чем важным представляется их четкое разграничение и уточнение термина «метаинформация», являющегося достаточно новым и редко используемым в современной экономической теории.

Данные представляют собой разрозненные сведения о событиях, происходящих в окружающем мире и фиксируемых в виде определённых сигналов. При этом они не зависят от мыслительных процессов человека. Часто за информацию принимается некоторый объём данных. Разница между большим объёмом данных и информацией такая же, как между телефонной книгой, в которой сотни тысяч фамилий, и фамилией, адресом и телефоном кон-

кретного человека.

Высшей формой проявления данных и информации является **знание**, которое может быть получено путём восприятия и анализа информации. Знание можно охарактеризовать как интерпретацию, понимание и толкование информации с учётом путей наилучшего её использования для достижения конкретных целей. Различия знаний и информации можно проиллюстрировать следующим примером. Документация по эксплуатации компьютера содержит информацию. Чтобы преобразовать информацию в знания пользователь должен не только обладать способностями прочитать и понять документацию, но и в последующем научиться пользоваться компьютером путём неоднократного применения этой документации на практике.

Из вышеуказанных определений выделим **основные аспекты, характеризующие информацию**:

- обязательным условием существования информации является наличие субъекта, целенаправленно собирающего данные;
- так как информация не является статичным объектом, она постоянно меняется и существует в исходном виде только в момент преобразования данных, в момент, когда она не используется субъектом, а представляет собой данные;
- информация должна представлять ценность для своего потребителя;
- информация неразрывно связана с её субъективным восприятием и целями дальнейшего использования. Для подтверждения данного аспекта приведём пример: с одной стороны, 98 кг – это информация в том случае, если нас, например, интересует, какой вес выдержит автомобиль, поскольку нам неважно, вес чего именно имеется в виду, но если мы строим дом, то в этом случае 98 кг – это данные, которые требуют конкретизации и уточнения для превращения их в информацию (98 кг цемента, 98 кг песка или 98 кг кирпича нам необходимо использовать).

Можно сделать вывод, что **существование знаний невозможно без участия человека** и создание знаний (как и процесс управления) – процесс социального взаимодействия. В настоящее время рыночная стоимость многих крупных корпораций, таких как Microsoft, IBM, определяется, в основном, стоимостью накопленных компаниями знаний. При этом стоимость материальных активов составляет в среднем всего около 14% от их рыночной стоимости, следовательно, оставшиеся 86% – нематериальный капитал, в том числе знания, которыми располагает компания [7].

Наиболее характерные отличительные черты данных, информации и знания представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение данных, информации и знания

Показатель	Данные	Информация	Знание
Объем, необходимый для удовлетворения потребностей субъекта	Объём не ограничен	Объём условно ограничен	Объём строго ограничен
Первоэлемент понятия	Факт	Смысл	Мысль
Логическая взаимосвязанность	Разрозненные явления и факты	Интерпретированные данные	Взаимосвязанная система
Способ существования	Независимое от познающего субъекта существование и распространение	Возможно самостоятельное существование	Продукт сознания, неотделимый от познающего субъекта
Степень познания	Основа для интерпретации и последующего превраще-	Основа для получения знаний	Результат интеллектуального процесса

Характер представления	Набор разрозненных сведений	Описание проблемы	Технология решения проблемы
------------------------	-----------------------------	-------------------	-----------------------------

Необходимо отметить, что недостаточно изучена **метаинформация**, которую можно охарактеризовать как **совокупность сведений о данных, информации или знаниях и которая возникает в результате их детального анализа**. Например, сведения, подготовленные в рамках рецензии на научную статью (представляющую собой совокупность знаний) представляют собой метаинформацию (или информацию о знаниях). Между тем метаинформация может принимать различные формы и представлять в виде **двойной (тройной) метаинформации**. Так, сведения, базирующиеся на сопоставлении двух рецензий на научную статью (отрицательной и положительной), представляют собой двойную метаинформацию.

Согласно теореме неполноты Годела (Godel's Incompleteness theorem), любая математическая теория всегда содержит аксиомы, которые не могут быть ни доказаны, ни опровергнуты. Следовательно, любая логическая система не способна доказать собственные предпосылки, не выходя за рамки самой себя. Это даёт нам право **ввести в теорию информации новое понятие «мезоинформация»**, которое можно определить как **промежуточное состояние между перечисленными выше категориями и которое принимает форму данных, информации, метаинформации или знаний, в зависимости от действий познающего субъекта**.

Таким образом, иерархию категориального аппарата теории информации можно представить в следующем виде (рисунок 3):

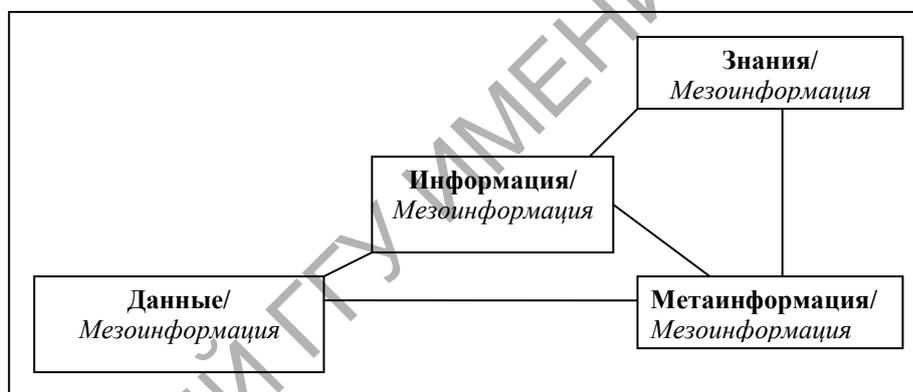


Рисунок 3 – Иерархия понятий теории информации

Мезоинформацию **предлагается разделить на 2 категории: перманентная (permanent) информация**, которая не убывает с течением времени (информация о днях рождения, фундаментальные законы Вселенной и т.д.) и **текущая (transitory) информация**.

Заключение. По приведенному исследованию можно сделать **следующие выводы**:

- предположение большинства ученых о наибольшей значимости качественного подхода квантификации информации по сравнению с количественным представляется не совсем верным – схема потребления информации включает комбинирование вышеуказанных подходов;
- трактовка такого многоаспектного понятия как информация требует аппроксимации всех основных подходов её определения и находится на стыке многих технических, экономических, философских и др. наук;
- теория информации в разрезе социоэкономической системы требует уточнения и доработки категориального аппарата.

В целом, поставленные в начале исследования цели можно считать выполненными.

Abstract. The paper analyses the main aspects of the theory of information and gives individual definition of information and different terms of the theory of information. There is no single definition of information on which scholars agree, but rather numerous theories and continued debates

about the nature of information. It is very important to understand the way in which information is used and treat information as self-referential and recursive.

Литература

1. Бриллюэн, Л. Наука и теория информации / Л. Бриллюэн. – М.: Советское радио, 1960. – 540 с.
2. Вернадский, В.И.: Pro et contra. Антология литературы о В.И. Вернадском за сто лет (1898 – 1998). Под общей ред. академ. РАН А.Л. Яншина / В.И. Вернадский. – СПб.: Изд-во РХГИ, 2000. – 872 с.
3. Винер, Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине / Н. Винер. – М.: Мысль, 1968. – 340 с.
4. Колмогоров, А.Н. Три подхода к определению понятия количество информации / А.Н. Колмогоров // Проблемы передачи информации. – 1965. – № 1. – С. 3–11.
5. Нижегородцев, Р.М. Информационная Вселенная: Информационные основы экономического роста / Р.М. Нижегородцев. – М.: Знание, 2007. – 174 с.
6. Ставцева, Т. И. Информация как субстанциональный элемент современной экономики и категория теоретического анализа: Монография / Т.И. Ставцева. – М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 2006. – 149 с.
7. Стрельников, А.О. Знания как конкурентный ресурс [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://informburo.ru/content/view/46/50/> – Дата доступа: 04.04.2008.
8. Урсул, А.Д. Отражение и информация / А.Д. Урсул. – М.: Мысль, 1973. – 560 с.
9. Харкевич, А.А. О ценности информации / А.А. Харкевич // Проблемы кибернетики. – 1960. – № 4. – С. 54.
10. Шрейдер, Ю.А. О семантических аспектах теории информации / Ю.А. Шрейдер // Информация и кибернетика. – 1967. – № 5. – С. 22–37.
11. Hartley, R.L. Transmission of Information / R.L. Hartley // BSTJ. – 1928. – №3. – P. 535–536.
12. Shannon, C.A. Mathematical Theory of Communication / C.A. Shannon // Bell System Tech. – 1948. – № 27. – P. 34.
13. Tukey, J.W. The future of data analysis / J.W. Tukey // Annals of Mathematical Statistics – 1949. – №13. – P. 67.