

НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 5

Москва 2016

ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК [001.102 : 001.103 : 002.1] : 01/02

Е. А. Плешкевич

Феномен документа и данных в контексте построения информационной картины мира

Рассмотрена эволюция построения информационной картины мира в библиотечно-библиографических и информационных научных дисциплинах в контексте коммуникационных и вычислительных информационных процессов. Предложено рассматривать документ как форму институционального доверия к информации, а данные как форму ее организации с целью последующей логической обработки. Показана многомерность информационной картины мира и невозможность ее сведения к какой-либо одной форме организации информации.

Ключевые слова: информационная картина мира, данные, документ, документальность, доверие, феноменологический подход

ВВЕДЕНИЕ

Процесс разработки современной информационной картины мира носит сложный, нелинейный характер. Во многом это обусловлено множественностью информационных процессов, пронизывающих современное общество. Учет этого обстоятельства влечет за собой переосмысление методологии конструирования информационной картины мира, по

крайней мере того ее варианта, который сложился в документально-информационных дисциплинах¹. До сих пор в теоретической основе этих дисциплин ле-

¹ Под документально-информационными дисциплинами мы понимаем научные дисциплины, объединённые в номенклатуре научных специальностей ВАК в группу 05.25.00 «Документальная информация».

жали представления об информационном процессе как коммуникации по распространению информации во времени и пространстве. В рамках этого процесса информация трактовалась как «содержание какого-либо сообщения, сведения о чем-либо, рассматриваемые в аспекте их передачи в пространстве и времени» [1, с. 29]. При этом вещественные объекты, посредством которых реализовывалась коммуникация, определялись как документы. В терминологическом словаре по информатике документ определялся как «материальный объект, содержащий закрепленную информацию и предназначенный для ее передачи и использования» [1, с. 57]. Сопоставление этих определений показывает, что информация фактически воспринималась как то, что содержится в тексте документа и передается посредством него. Это обстоятельство позволяет нам говорить о **документально-коммуникационном варианте** информационной картины мира, его формирование пришлось практически на все XX столетие. В рамках этого видения картины мира было разработано несколько вариантов теорий документа [2-6], документально-информационный подход [7], создан целый ряд документальных дисциплин (документоведение, документалистика). Одно из направлений в отечественной номенклатуре научных специальностей, а именно 05.25.00, получило название «Документальная информация». Квинтэссенцией данного теоретико-методологического движения стала разработка фундаментальной теории документа, направленной на обоснование его максимально широкой трактовки, позволяющей любой вещественный объект рассматривать в качестве документа. В той или иной степени идею расширительного толкования документа разделяли П. Отле, С. Брие, М. Баклэнд, Ю. Н. Столяров, Г.Н. Швецова-Водка. В качестве иллюстрации сошлемся на М. Баклэнда, предложившего использовать слово «документ» в качестве технического термина для информации как вещи [8, с. 4]; на идею К.Б. Гельмана-Виноградова о существовании документальной среды ноосферы и ее документальной памяти [9]; а также на гипотезу Ю.Н. Столярова о документских фурациях как движущей силе цивилизационного прогресса [6].

Однако постепенно начала проявляться ограниченность коммуникационного видения информационного мира. Во многом это было обусловлено бурным развитием во второй половине XX столетия информационно-вычислительной техники и технологий. Внимание исследователей начинают привлекать вычислительные процессы, связанные с автоматической обработкой исходной информации для получения новой информации. При этом теоретические представления о вычислительных процессах базируются не на понятии «документ», а на понятии «данные». До тех пор пока компьютерные технологии использовались исключительно для вычислений, сферы использования этих понятий были автономны. Создание персональных компьютеров и их использование в коммуникационных целях постепенно стало разрушать терминологическую автономию этих понятий. Так, уже в «Словаре по кибернетике» (1978 г.) документ начал определяться как материальный но-

ситель информации, зафиксированной вне памяти человека или ЭВМ [10, с. 164-165]. Новое толкование документа было ограничено традиционными вещественными носителями информации, обеспечивающими его коммуникационную стабильность.

Переход от документа к данным, начавшийся в конце 1970-х – начале 1980-х гг., стимулировал переосмысление трактования как информации, так и методологии построения информационной картины мира. Традиционно под данными понималась форма организации информации, предназначенной для последующей логической обработки. Нельзя сказать, что это был абсолютно новый термин. Его, в качестве обозначения одной из форм представления информации, использовал еще в 1930-х гг. Поль Отле [11], но в тот период данные явно находились в тени документа. На прикладном уровне под ними рассматривалась «информация, представляющая собой сведения, обычно выражаемые в численном виде и используемые для последующей обработки с использованием математических методов» [1, с. 32], либо «факты и идеи, представленные в формализованном виде, позволяющем передавать или обрабатывать эти факты при помощи некоторого процесса [10, с. 132]. Суммируя изложенное, можно сказать, что, во-первых, данные наравне со сведениями понимались как одна из форм организации фактов и идей. Во-вторых, специфика организации данных как формы представления информации заключалась в пониженной информационной избыточности данных, что делает процесс вычислений на их основе более простым и удобным.

Однако изменения в информационных технологиях способствовали формированию нового теоретического понимания данных. В философии информации, разрабатываемой Лучано Флориди, понятие «данные» рассматривается в качестве универсальной формы организации информации. Информация, заявляет он, это *данные + смысл* [12]. В отечественной информатике теоретическая разработка понятия «данные» также постепенно выходит на первый план. Так, по мнению ведущего ученого в этой области Р.С. Гиляревского, *информация – это потенциальное свойство данных*, которое может быть реализовано одним, воспринявшим их человеком, и не реализовано другим. *Это смысл, который человек приписывает данным* на основании известных ему правил представления в них фактов, идей, сообщений. При этом данные, по своей сути, это факты, идеи, сведения. Они представлены в знаковой (символьной), т.е. материальной форме, позволяющей производить их передачу, переработку и интерпретацию [13]. В другой работе Р.С. Гиляревский сравнивает понятия «данные» и «документ». По его мнению, данные это представление фактов и понятий в форме, пригодной для их передачи, обработки и интерпретации, тогда как документ – это произведение, изложенное в письменном виде; обобщающее понятие по отношению к произведениям письменности и печати; совокупность логически завершенных сведений и материального носителя, на котором они записаны, с непременным указанием кем, где и когда документ был создан [14, с.19, 28. 83]. Иными словами, данные

рассматриваются им в качестве универсального понятия, а документ – в качестве частного, производного от данных. Одна из первых информационных картин мира на основе данных была предложена в космологии в начале 1990-х гг. американским физиком Джоном Арчибальдом Уилером (1911-2003). В рамках его концепции «вещество возникло из информации». Все из бита «It from bit», – заявляет он в афористичной форме. Согласно этому заявлению, первоосновой мира является бит информации, который, в свою очередь, имеет двоичную форму представления данных². Назовем такой вариант информационной картины мира как **информационно-вычислительный**.

Наличие двух конкурирующих теорий и порождаемые ими различия в понимании информации, документа и данных неизбежно ставят нас перед новой методологической ситуацией. Либо мы должны выбрать одну из теорий и порождаемого ею подхода в качестве верного, признав другой ошибочным, либо обе теории включить в формирование информационной картины мира. Сопоставляя теоретические определения документа и данных, можно увидеть, что в обоих случаях указывается на материализацию информации: и то, и другое имеет материальную основу, которая, в свою очередь, обладает определенной структурой. Так в чем же принципиальная разница между ними? Несложно заметить, что документ в этой интерпретации рассматривается как одна из форм логической переработки составляющих его данных, как обобщающие понятия для произведений письменности и печати, т.е. информация содержится не в документе, а в данных. И с этим можно было бы согласиться, если бы не одно «но»: оба понятия формулируются как абстрактные и таким образом, носят гносеологический характер. Иными словами, выбор одного из этих понятий связан с оценкой их научного потенциала, с эффективностью их использования в теоретических построениях. Но может ли информационная картина мира обойтись без учета онтологической природы информации и форм ее бытия, в том числе в виде документов и данных? Нам представляется, что нет, что обуславливает наше обращение к онтологической, феноменологической природе этих явлений.

Говоря об онтологической природе информации, мы рассматриваем ее как физический процесс, в основе которого лежит явление отражения. Информация – это та часть отражения, которая используется в биологических и социальных структурах в качестве ресурса развития. При этом процесс отображения включает перекодирование отображения по определенной программе, результатом чего является создание новой информации. Таким образом, информация – это форма *физического процесса отображения разнообразия, организованного в биологической и социальной средах. Она включает синтаксическую составляющую (вещество или вещественно-волновая субстанция) + семантическую составляющую*

² Как известно, К. Шеннон ввел бит как единицу измерения меры информации, однако мы полагаем, что эта мера применима не к информации вообще, а исключительно к данным.

(содержание) + прагматическую составляющую (ценность).

Что касается понятия «смысл», на которое ссылаются Флориди и Гиляревский при определении информации, то мы считаем, что этот термин совмещает в себе семантические и прагматические составляющие информационного процесса. Перефразируя фразу о том что «информация это смысл, который мы приписываем данным», можно сказать, что отражение тогда и только тогда обладает смыслом, когда имеет место понимание возможностей его использования, пусть даже и гипотетическое, т.е. отсутствие в отражении даже и гипотетической и прагматической составляющих не позволяет рассматривать понятие «смысл» как информационное. В целом такой взгляд на информационный процесс согласуется с общепринятым его определением³.

ФЕНОМЕН ДОКУМЕНТА И ДАННЫХ

Обращаясь к феномену документа, мы имеем в виду такое его познание, при котором документ, во-первых, представлен как целостное явление, не разлагаемое на элементы; во-вторых, непосредственным объектом нашего познания выступает наше сознание, мыслящее предметно, где предметы познания и есть само сознание, т.е. вне предметов сознания, так сказать, чистого сознания не существует. Таким образом, феномен документа понимается через исследование процессов восприятия, ощущения, в широком смысле «переживания» документа нашим сознанием как явления или, как говорят философы, феномена. В феноменологии этот методологический прием определяется как редукция. Она направлена на поиск такой аутентичной или подлинной структуры сознания, при которой оно, сознание, фокусируется и «переживает» само явление, отличное в известной степени от любых документных форм.

Аутентичность или подлинность такой структуры сознания обусловлена, во-первых, его тождественностью той структуре сознания, которая зародилась вместе с самим феноменом документа (иными словами, «переживание» должно носить вневременной характер); во-вторых, актуальностью редуцированной структуры сознания, позволяющей нам «переживать» некоторые современные объекты в качестве документов. При этом сама аутентичность или подлинность характеризуется тем, что сознание как бы «освобождено» или, как говорят философы, редуцировано от казуальных представлений, привнесенных в наше сознание из сфер научных исследований и онтологических представлений современных документальных практик. Иными словами, феноменологическое «переживание» безотносительного ко времени и

³ Так, И.И. Гришин еще в начале 1970-х гг. описывал мистическое толкование информации как единства синтаксического, семантического и прагматического аспектов отражения на уровне самоуправляющихся самоорганизующихся систем. При этом информационный процесс определялся им как такое отражение системами структуры внутренней и внешней среды, результат которого используется этими системами для сохранения своей качественной определенности и развития [15, с. 159].

месту состояния сознания, переживается беспричинно⁴, как целостное, неразложимое и, следовательно, подлинное явление.

Говоря о феномене документа, мы отдаем себе отчет, что непосредственно сам документ как объект управленческой или иной практической деятельности, либо как некая теоретическая конструкция, направленная на формирование сущностных представлений о нем, в своей совокупности, во-первых, не тождествен самому явлению, во-вторых, сама возможность переживания некоего объекта действительности труднодостижима⁵. В силу этого феноменологическое познание документа сводится нами к проблеме феномена документальности, который, с одной стороны, порождается в сознании в процессе использования многообразных документов в различных сферах деятельности, с другой стороны, существует без «строгой» привязки к конкретным документам как объектам деятельности и научным трансцендентальным представлениям о них, и, таким образом, является «незамутненным» сознанием.

В одной из прежних наших работ мы рассматривали документальность как атрибутивное свойство документа, отражающее поддержание достоверности, подлинности, аутентичности и актуальности информации, зафиксированной на материальном носителе посредством системной информационной деятельности таких социальных информационных институтов, как канцелярия, архив, нотариат, библиотечно-библиографические учреждения [17, с.6]. Это – сущностный, казуальный подход, в контексте которого свойство «объявляется» документальным, по тем-то и тем-то причинам, установленным в ходе теоретических рассуждений. В настоящей статье документальность рассматривается с феноменологической точки зрения, т.е. с помощью описания нашего сознания, «переживающего» ее. Поясним свою позицию на уже приведенном нами примере.

Так, любая цифровая единица хранения, по мнению А.С. Табачникова, скорее данные, чем документ, в силу того, что машинный генезис делает цифровые записи крайне удобным объектом всякого вмешательства редактора, в том числе и любых, направленных на искажение первоначально зафиксированной действительности манипуляций, а также риск случайного или преднамеренного уничтожения информации [18]. Как мы видим, при всей одинаковости документа и данных, они все же «переживаются» по-разному. При этом данные переживаются как зафиксированная в электронно-цифровой форме информация, доверие к которой, в отличие от документа, со

временем может быть поставлено под сомнение. Из приведенного нами примера видно, что феномен документальности связан с «переживанием» именно доверия. Резюмируя, можно сказать, что документальность в феноменологическом плане «переживается» как особая форма доверия к тому, что достойно веры, что «пригодно» и может быть использовано. В целом это созвучно представлениям о доверии к информации вообще. Так, по мнению специалистов в области социологии и психологии, доверие к информации означает, в первую очередь, осознанное априорное наделение ее свойством надежности, которое сопровождается положительными эмоциональными оценками информации и готовностью использовать ее в своей деятельности [19].

Обращаясь к описанию «переживания» документальности как доверия, оговоримся сразу, что сам феномен касается как минимум двух аспектов: во-первых, доверия к самой деятельности и, во-вторых, к информационному обеспечению этой деятельности. В рамках нашей проблемы мы акцентируем внимание на втором аспекте, хотя, безусловно, на практике провести четкую границу между ними не всегда представляется возможным.

Феномен доверия к информационному обеспечению деятельности имеет сложную структуру. Он может «переживаться» как доверие к технологии хранения и распространения информации, обеспечивающей сохранность информации, зафиксированной на материальном носителе в процессе ее распространения в физическом пространстве и времени. Первой и наиболее удачной такой технологией стала письменность. В дальнейшем к ней добавились технологии регистрации изображения, звука и их комбинаций. Первоначально в основе этих технологий лежали механические и химические процессы, сегодня к ним добавились электромагнитные. Формой реализации этих технологий стала запись. «Переживание» доверия к феномену записи связано с озабоченностью по поводу физической сохранности как носителя записей, так и самих записей, по крайней мере, на период их возможного использования. Это, условно говоря, «переживание» физической стабильности информационного сообщения.

Однако, помимо физического пространства, мы существуем и в социальном пространстве, где письменность и другие технологии фиксации информации, призванные обеспечить стабильность сообщения, из-за фальсификации могут «дать сбой». Из-за этого постепенно была осознана необходимость введения дополнительных инструментов, поддержания доверия к зафиксированной на материальном носителе информации. Со временем таким инструментом стало создание особых социальных институтов, обеспечивающих доверие к информации при ее движении в социальном времени и пространстве. Результатом деятельности этих институтов стало появление документа как феномена, реализующего стабильность сообщения в социальном пространстве. И здесь возникла ситуация наложения одного феномена на другой: на сущностном теоретическом уровне понятия записи и документа постепенно начали сливаться. Однако на феноменологическом уровне,

⁴ Беспричинно в том плане, что нам не нужна некая внешняя причина для того, чтобы идентифицировать данный феномен таковым.

⁵ Так, по мнению М. К Мамардашвили, вопрос феноменологического описания отдельных предметов, например чернильницы или розы, теоретически возможен, но требует особых, уникальных средств. Н. В. Моторошилова считает, что чернильница и роза могут быть феноменологически описаны лишь как структуры сознания, в известной степени при их категорическом отличии от действительных физических предметов, хотя и при установлении определенного соответствия [16, с.65].

связанном с «переживанием» этих феноменов, разница между ними сохранилась и прослеживается.

Таким образом, документальность описывается нами как переживание институционального доверия. Как уже было отмечено, за этим доверием стоят различные социальные информационные институты. В области социального оперативного управления – это службы делопроизводства в структурах органов власти, учреждений и предприятий, органы нотариата и другие учреждения. В области культуры, научной и образовательной деятельности – это редакционно-издательские, библиотечно-библиографические и научно-информационные учреждения. На стыке пересечения этих сфер располагаются архивные учреждения.

Теперь о возможном феноменологическом «переживании» данных. Нам представляется, что по аналогии с документальностью, в данном случае мы имеем дело с «переживанием» данности, т. е. того, что предоставлено, что есть в наличии, имеет место и т.д. Бертран Рассел определял данные как фактические свидетельства, в отношении которых, независимо от выводов, мы имеем право чувствовать себя более или менее уверенно [20, с. 155]. Подобное понимание данности близко пониманию фактичности, что в целом нашло отражение и в определении данных как фактов. В свое время, в рамках, так сказать, документальной концепции информатики, соотношение данных и фактов было рассмотрено рядом исследователей, одним из которых выступал Р.С. Гиляревский. В частности, было отмечено, что распознавание объектов в качестве данных или фактов представляет собой трудную задачу, что определение числовых показателей в тексте в качестве научных фактов или просто данных возможно лишь после соответствующей проверки [21, с. 137, 138]. Иными словами, часто данные и факты «переживаются» одинаково. Это позволяет нам в качестве объекта феноменологической редукции выбрать именно фактичность. Так как же «переживается» фактичность? В русском языке под фактом принято понимать действительное, а не вымышленное явление, событие, происшествие – то, что произошло на самом деле. Ключевым словом в этом определении нам видится слово событие, что позволяет нам говорить о фактичности как событийности чего-либо. Уже упомянутый нами Б. Рассел писал: «все мои данные суть события, которые случаются со мной, т.е. в действительности они являются тем, что обычно называется событиями в моем сознании» [20, с. 155]. Таким образом, в контексте феноменологического понимания можно говорить о факте как феномене «сопереживания» некоего события нашим сознанием. При этом спектр возможных событий сознания и соответствующих им фактов может быть достаточно широк. При этом одно событие сознания, трактуемое как факт, может вытекать из другого. В источниковедении эта цепочка фактов выглядит следующим образом: во-первых, событие или факт свершения какого-либо физического или социального явления, во-вторых, событие-факт наблюдения и описания этого явления (факт источника) и наконец, в-третьих, событие-факт логической обработки описаний наблюдений события и получения

новых фактов, которые трактуются и переживаются как факты-знания. При этом, если первый факт рассматривается как объективный, то третий – так называемый «факт-знание», может быть дважды субъективирован, в силу чего фактичность логически не совпадает с достоверностью, что мы полагаем «переживается» как соответствие неких фактов или данных, определенной культурно и исторически обусловленной житейской, религиозной или научной процедурой верификации. Следовательно, мы полагаем, что фактичность и связанная с ним данность в конкретном контексте являются гносеологическими понятиями и, таким образом, не могут быть использованы для описания информации как онтологического явления⁶.

Однако есть другой вариант данности, переживание которой не совпадает с переживанием фактичности. Вспомним задачи по геометрии, которые начинаются словами «дан угол и точка», «даны две прямые» и т.д. Перефразируя, можно сказать, что данные – это результат логико-синтаксической обработки некоего первичного отражения, либо переработки фактов, сведений или сообщений с целью представления их в пригодном для последующей работы виде.

Проецируя результаты редуцирования феноменов документальности и данности на предложенную нами схему информационного процесса, можно увидеть, что они отражают различные составляющие организации социального информационного процесса. Так, данные и данность, наряду со сведениями, сообщениями, фактами и т.п., связаны с семантической составляющей информационного процесса, с ее лексической организацией, тогда как документ и документальность связаны с прагматической составляющей по организации доверия к тем же данным, сведениям, фактам и сообщениям, без чего их использование было бы не возможным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, хотим отметить, что проведенный нами анализ предварителен и требует дальнейшей разработки и уточнений. Однако он наглядно демонстрирует, что сложность и нелинейность структуры информационной картины мира обуславливает не-

⁶ Несколько отвлекаясь от темы, отметим, что специалисты в области отечественной информатики, представленные прежде всего учеными ВИНТИ РАН (Р.С. Гиляревский, В. К. Финн, А.И. Черный и др.), ориентированы на логико-гносеологическое по сути неопозитивистское познание информации. Это четко проявляется в терминологическом словаре по информатике, подготовленном коллективом ученых ВИНТИ. Давая определение понятия «данные», они добавляют, что «иногда понятию “данные” **придается смысл информации** (выделено нами) не только в численном, но и в любом заданном виде [1]. Таким образом, если в рамках позитивистской методологии, связанной с онтологией, данные должны являться чем-то в физическом смысле, что можно исследовать посредством наблюдения и эксперимента, по крайней мере мыслительного, то в рамках неопозитивизма неважно, чем они являются в физическом смысле, они есть то, какой логико-гносеологический смысл им можно придать.

возможность ее редуцирования и сведения к чему-то одному, будь то данные или документ, что адекватное ее описание должно учитывать наличие, во-первых, как коммуникационных, так и вычислительных информационных процессов, и во-вторых, с целью снятия противоречий в ходе дальнейшего формирования информационной картины мира, нами рекомендуется ввести понятие «информационный объект» в качестве обобщающего. При этом за понятиями документ и данные в контексте решения метазадачи по описанию информационной картины мира необходимо сохранить их онтологическое значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Словарь терминов по информатике на русском и английском языках. – М. : Наука, 1971. – 359 с.
2. Воробьев Г.Г. Документ: информационный анализ. – М., Наука, 1973. – 254 с.
3. Воробьев Г.Г. Информационная теория документа. Препринт. – М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1977. – 53 с.
4. Плешкевич Е. А. Основы общей теории документа. – Саратов : Научная книга, 2005. – 244 с.
5. Швецова-Водка Г.Н. Общая теория документа и книги: учеб. пособ. – М. : Рыбари ; Киев: Знання, 2009. – 487 с.
6. Столяров Ю.Н. Документология: учеб.пособ. – Орел : Горизонт, 2013. – 370 с.
7. Плешкевич Е.А. Документальный подход в библиотековедении и библиографоведении: этапы формирования и направления развития. – М. : Пашков дом, 2012. – 308 с.
8. Бакленд М. Какого рода наукой может быть информатика? // Международный форум по информации. – 2012. – Т.37, №2. – С. 3-9.
9. Гельман-Виноградов К. Б. Документальная память ноосферы как новый объект познания (к постановке проблемы) // Международный форум по информации и документации. – 1992. – Т. 17, №1. – С. 8-16.
10. Словарь по кибернетике / под ред. В.М. Глушко. – Киев : Главная редакция Украинской сов. энциклопедии, 1978. – 623 с.
11. Отле П. Организация научной работы. – М., 1925. – 51 с.
12. Floridi L. Semantic Conceptions of Information First published Wed Oct 5, 2005; substantive revision Fri Jan 28, 2011. – URL: <http://plato.stanford.edu/entries/information-semantic>.
13. Гиляревский Р.С. Существует ли на самом деле то, что мы называем информацией? // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. – 2008. – №1. – С. 18-26.
14. Гиляревский Р.С. Основы информатики : курс лекций – М. : Экзамен, 2004. – 320 с.
15. Гришин И.И. Понятие информации: логико-методологический аспект. – М. : Наука, 1973. – 230 с.
16. Феноменология и ее роль в современной философии : материалы «круглого стола» // Вопросы философии. – 1988. – №12. – С.43–84.
17. Плешкевич Е.А. Документальность как атрибутивное свойство документа // Науч.-техн. информ. Сер.1. – 2013. – №9. – С.1–7.
18. Табачников А.С. Информационное общество в контексте истории // Вопросы философии. – 2014. – №10. – С. 37-46.
19. Купрейченко А.Б. Шляховская Е.Б. Доверие к информации как фактор доверия к электронным масс-медиа // Психологическая наука и образование. – 2012. – №1. – С. 370-380. – URL: WWW.PSYEDU.RU
20. Рассел Б. Человеческое познание: его сфера и граница. – М. : ТЕРРА-Книжный клуб ; Республика, 2000. – 464 с.
21. Михайлов А.И., Черный А.И., Гиляревский Р.С. Научные коммуникации и информатика. – М. : Наука, 1976. – 436 с.

Материал поступил в редакцию 16.09.15.

ПЛЕШКЕВИЧ Евгений Александрович – доктор педагогических наук, главный научный сотрудник Государственной публичной научно-технической библиотеки Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск
e-mail: ear1966ear@mail.ru

Р.А. Файзрахманов, Л.А. Мыльников

Основы моделирования процессов управления инновационными проектами в производственно-экономических системах*

Описан один из возможных подходов к построению моделей для управления инновационными проектами в производственно-экономических системах предприятий и обеспечения их информационной поддержкой. Изложены концептуальные основы построения моделей инновационных проектов, а также способ перехода от концептуального моделирования к управлению такими проектами. При этом получаемая модель и набор используемых для оценки проекта параметров могут быть уникальными и зависеть от особенностей проекта, предпочтений лица принимающего решения, и производственно-экономической системы, в которой этот проект реализуется.

Ключевые слова: инновационный проект, управление, принятие решения, алгоритм, анализ, концепция, информационная инфраструктура

ВВЕДЕНИЕ

Новые результаты исследований, пригодные для использования в производстве товаров, являются ресурсом, который дает стратегические преимущества. Это особенно важно в условиях политической и экономической нестабильности, когда создание продукции мирового уровня становится необходимостью для страны.

В крупных производственных системах внедрение любых изменений происходит в условиях строго лимитированных времени и бюджета. Каждый проект, направленный на выпуск новой продукции, требует наличия ключевых компетенций, которые не всегда в полной мере присутствуют в компании. Реализация проекта приносит новые знания и умения и новый стимул для развития компании.

Эффект от внедрения инноваций может выражаться в увеличении разнообразия потребительских свойств и повышении уровня стандартизации и автоматизации при выпуске продукции, что в свою очередь позволяет снижать издержки.

В условиях рыночной экономики дополнительным фактором, оказывающим влияние на принятие решения о изменении портфеля проектов, является поддержание высоких темпов развития. Однако, согласно данным Росстата в период с 2009 по 2013 гг.

доля инновационной продукции в России не превысила 10%, а согласно данным Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере не более 8% инновационных проектов успешно реализовалось.

Это свидетельствует о недостаточном развитии методов управления выпуском и внедрением инновационной продукции. Производственная система, выпускающая инновационную продукцию, вынуждена претерпевать изменения, выражающиеся в увеличении количества модернизаций продукта, количества связей с другими предприятиями, а также задействовать и модернизировать большее, по сравнению с традиционными продуктами, количество собственных подсистем. Это выдвигает повышенные требования к скорости принятия управленческих решений и качеству управления инновациями. Качество управления становится решающим фактором в успешной реализации проектов, направленных на создание и выпуск инновационных продуктов и технологий, а решение проблемы управления инновационными проектами обретает все большую значимость.

Теория и практика управления инновациями пошли по пути решения локальных задач из-за сложности управления инновациями как единой системой [1], а это создало дефицит методологических подходов формализации управления инновационными проектами.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Правительства Пермского края в рамках научного проекта № С-26/058

Несмотря на преимущества, которые открывает комплексное рассмотрение проблемы управления инновационными проектами, в литературе отсутствуют системные модели инновационных проектов как сложных систем, что не позволяет эффективно решать задачи управления, экспертизы и обоснования решений. Управление решает отдельные, не зависящие друг от друга, задачи, а не рассматривается как единый процесс [2].

Для отдельных типов инноваций существуют специальные подходы, которые зависят, главным образом, от отрасли хозяйства и области, где они появляются (имеются в виду: организационные инновации, инновации в области сервиса, технологические инновации, инновации, применяемые в продуктах и влияющие на их потребительские качества и др.).

Решение задач управления и принятия решений по продуктовым инновационным проектам основано на анализе свойств этих проектов. Специалисты, рассматривающие инновационные программы и процессы, выделяют несколько этапов реализации этих проектов и описывают функции, которые необходимо выполнить управленцу на этих этапах. Общим является обоснование принимаемых решений [3]. Таким образом, в настоящее время сам процесс управления и создания инновационной продукции стал инновационным [4].

Строгое обоснование принимаемых решений возможно только на модели. Выбранный метод и способ моделирования должны позволить решить задачу повышения эффективности управленческих решений. Модель позволяет исключить неполноту применения отдельных методов для решения локальных задач, выявить динамику развития проекта и по текущей или желаемой динамике определить параметры этого проекта.

УПРАВЛЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИЕЙ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ

Управление производственно-экономической системой, внедряющей инновации, в условиях влияния экзогенных и эндогенных факторов стохастической и нечеткой природы, основано на представлении жизненного цикла инноваций как многошаговых многосвязных процессов, требующих создания комплексной экономико-математической модели, позволяющей описать эти процессы и получить научно-обоснованные, эффективные траектории развития производственно-экономической системы на основе формирования эффективных портфелей проектов.

При реализации инновационных проектов возникает специфика, связанная с тем, что все или отдельные этапы реализации этих проектов имеют элементы новизны и неопределенности, которые будут зависеть от конкретного проекта. При этом инновационный проект рассматривается как открытая система, эволюционирующая вместе с внешней средой. Такой проект является целенаправленной системой, входя при этом в несколько целенаправленных систем разного уровня (производственная система, в которой осуществляется реализация проекта, отраслевая система и т.д.).

Задача управления рассматривается через призму эффективности принимаемых решений. Это приводит к выбору совокупности показателей и критериев методов принятия решений и разработки моделей, которые способны учитывать специфику конкретных производственных систем и проектов.

Разработки модели является многосвязной, многоэтапной задачей, которая зависит от используемых стандартов управления и практики, принятой в конкретной производственно-экономической системе [5].

Задача получения модели имеет входные данные, описание внутренних процессов и результаты. Применительно к управлению проектами в производственно-экономических системах на входе мы имеем известные методы и инструменты, происходящие процессы описываются на основе выбранных методов и оцениваются критериями, а результатом будет решение этой задачи (набор выбранных проектов, последовательность действий по реализации проекта и т.п.) [6]. Решение управленческой задачи сводится к получению последовательности моделей и задач, получаемых при фиксировании отдельных факторов (таких, как уровень управления, этап реализации проекта, используемые для принятия решения методы и подходы). Однако даже при наличии множества факторов, задача является инвариантной. Поэтому на данный момент распространение получили два подхода, реализующие разные принципы построения моделей для принятия решений: 1) выбор основного метода и использование остальных методов только как вспомогательных для определения отдельных коэффициентов, ограничений и т.п.; 2) построение модели, основанной на принципах агентного моделирования, когда методы обмениваются значениями общих переменных [7].

В настоящее время представление о линейном выпуске продукции уступило представлению о циклическом характере жизненного цикла продукции, в котором особую значимость приобретают качество и последовательность принятия управленческих решений, связанных с выбором этой продукции и её модификацией, планированием и организацией производства. В связи с этим возникает необходимость формулирования управленческих задач для отдельных производственно-экономических систем и инновационных проектов с системных позиций и объединения их в рамках единой модели технической, экономической, организационной и социальной подсистем.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Инновационный проект должен рассматриваться как открытая система, эволюционирующая вместе с внешней средой. Такой проект является целенаправленной системой, входя в несколько целенаправленных систем разного уровня (производственная система в которой осуществляется реализация проекта, отраслевая система и т.д.), а её части могут иметь собственные цели (люди, реализующие проект; стратегический, производственный, оперативный уровни управления и т.д.).

В общем виде модель производственно-экономической системы можно представить в виде кортежа [8]:

$$\Psi\{U, A, R, \theta, w(\cdot), v(\cdot), I, \Gamma, \varphi\}=0, \quad (1)$$

где $(U=(U_F, U_B, U_P, U_V, U_C, U_S, U_I))$ – вектор управления, включающий управление финансированием, производством, продукцией, внедрением, сбытом, научной разработкой, а также институциональное управление; A – множество действий по достижению целей; R – множество результатов действий; θ – множество значений, описывающих состояние среды; $w(\cdot):A \times \theta \rightarrow R$ – результат деятельности, зависящий от действия и состояния среды; $v(\cdot)$ – предпочтения агента, заданные функцией полезности; I – информация, которой обладает агент на момент принятия решения; Γ – цели; $\varphi=(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$ – вектор моделей продуктовых инновационных проектов, представленных в виде кортежа:

$$\varphi_i=\{P, T\}, \quad (2)$$

где P – множество значений параметров управления; T – множество потребностей проекта в ресурсах; i – номер проекта.

Для построения модели необходимо решить задачу её идентификации. Ввиду сложности задачи, обусловленной различиями в предметных областях, в которых появляются модели, и недостаточной изученности происходящих при внедрении инноваций процессов построение универсальной модели затруднительно. Для каждой системы и проекта конкретная модель формируется индивидуально.

Конкретизация моделей порождает проблему выбора множества методов и моделей. Для реализации каждого проекта в рассматриваемой производственно-экономической системе формирование модели, представленной в общем виде (Ψ_j), осуществляется путем экспертного выбора известных или авторских моделей и методов на основе информации о производственно-экономической системе и инновационном проекте, а также целей внедрения инновационного проекта и множества значений параметров управления:

$$\{I, \Gamma, \varphi\} \rightarrow \{M_i(m_{ik})\},$$

где $M_i(m_{ik})$ – методы, m_{ik} – параметры методов.

Такой подход оправдан тем, что решение отдельных задач управления достигло высоких результатов. Значит, было бы важно учитывать эти результаты при решении локальных задач. Это особенно целесообразно в связи с тем, что эволюция технических и экономических систем идет в сторону усложнения, как по количеству элементов, так и по количеству связей между ними, а структурирование моделей позволяет легко вносить изменения подобного рода [9].

Выбор конкретных методов реализации инновационного проекта в производственно-экономической системе определяется спецификой рассматриваемой задачи управления (особенностями проекта и системы, в которой он реализуется, уровнем, на котором принимается управленческое решение, этапом реализации проекта, используемыми видами управления).

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Известные экспертам методы реализации инновационных проектов можно представить в удобном виде с описанием их классификационных признаков (рис. 1) [5]. На выбор методов оказывает влияние наличие в них целевых параметров, определяемых целями реализации проектов. Отношения между методами при формировании обобщенных оценок в точках принятия решений определяются взаимосвязью подсистем, элементов и необходимостью последовательного (применение одних методов для определения внутренних параметров других) или параллельного (при получении обобщенных оценок) их использования. Таким образом проблема соединения моделей не стоит, так как они составляют композицию и при их выборе учитываются требования, предъявляемые к композициям (соответствие областей убытия и прибытия).

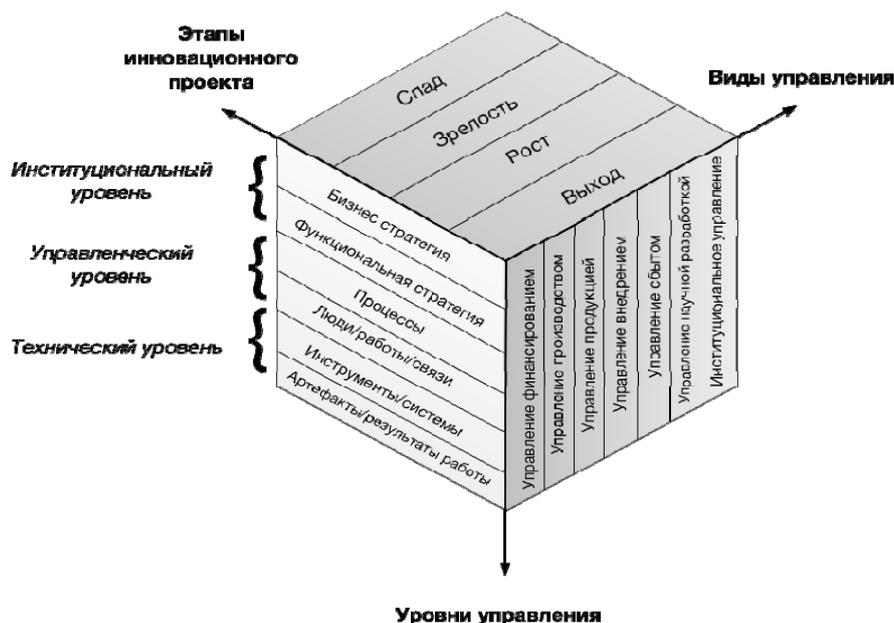


Рис. 1. Принцип совмещения классификационных признаков для выбора методов и методик оценки результатов управленческих воздействий при реализации инновационных проектов в производственно-экономических системах [5].

В результате мы получим модель инновационного проекта, реализуемого в производственно-экономической системе, которая может быть представлена в матричном виде [10]:

$$[\Psi_j] = ([A][K]^T [M_l(m_{l,kl}), \dots, M_l(m_{l,kl})]^T), \quad (3)$$

где $[A]$ – матрица инцидентности, определяющая взаимосвязь подсистем и элементов производственно-экономической системы, $[\Psi]$ – вектор оценок используемых методик, $[K]$ – диагональная матрица корректирующих коэффициентов, M_i – оценка используемой методики; l – количество используемых составляющих методик.

Таким образом, для внедрения потребительских инновационных проектов в производственно-экономических системах удастся выделить «ядро» – обобщенную производственную функцию в виде нелинейной многофакторной зависимости выходных показателей от вектора обобщенных производственных факторов.

В экономических задачах актуально нахождение результатов, позволяющих находить оптимальные или допустимые решения, оценивать принимаемые управленческие решения. Полученная формализация позволяет поставить такую задачу, как определения значение показателей выбранных методик:

$$J\{m_{ik}\} \rightarrow opt. \quad (4)$$

Переход к критерию оптимальности, который получается на основе использования методов и методик, используемых для управления, позволяет получать формализации различных управленческих задач.

ТОЧКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Специфика инноваций, непосредственно проявляющаяся при построении моделей, заключается в том, что инновационные проекты затрагивают множество подсистем предприятий (экономическую, социальную, техническую, организационную), влияние которых может потребоваться при решении. Инновационные проекты детализируются до отдельных этапов, для которых уже существуют разработанные подходы, методы или модели. Они выстраиваются в цепочки на основе подхода, называемого инновационной цепью. Инновационные проекты приводят также к увеличению размерности, составных частей, ограничений.

Принятие решений о целевых значениях показателей проекта в таких условиях – это многошаговый процесс, связанный с этапами реализации проекта, показателями, по которым он оценивается, внутренними производственными циклами. Количество оцениваемых параметров и особенности внутренней организации непосредственно влияет на количество точек принятия решения и размерность решаемой задачи (рис. 2). При этом частота необходимости коррекции решений и получения новых оценок при реализации инновационных проектов увеличивается в связи с тем, что время жизни инновационных проектов имеет тенденцию к сокращению, количество модификаций продукта увеличивается, увеличивается количество составных частей продукта, количество связей с другими предприятиями, количество подсистем производственно-экономической системы, задействованных во внедрении продукта.



Рис. 2. Этапы развития параметров инновационного проекта и точки принятия решений по потребительским инновационным проектам, реализуемым в производственно-экономических системах

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Как было показано, процесс выработки управляющего решения может быть сведен к конструированию нашей модели из блоков, реализующих методы управления в зависимости от предпочтения экспертов, уровней управления и особенностей производственно-экономической системы. Таким образом, модель становится объединяющим звеном, которое позволяет собрать воедино все элементы управления проектами в производственных системах. Принцип, позволяющий это делать, получил название модели управления информационной инфраструктурой (в литературе получило распространение обозначение ITGI) [11] и используется для проектирования информационных инфраструктур в производственно-экономических системах [10].

Возможность такого обобщения позволяет сделать вывод о том, что при описанном способе моделирования, кроме поиска управляющих решений, может отрабатываться принцип построения информационной инфраструктуры предприятия. Процесс разработки инфор-

мационной инфраструктуры носит итеративный характер в зависимости от типа решаемой задачи и объединяет, как правило, множество информационных систем.

В настоящее время информационные системы, которые присутствуют на рынке, за исключением крупных масштабируемых систем, не сочетают в себе все необходимые компоненты. Использование же крупных масштабируемых систем (которые также не удовлетворяют всем требованиям) связано с большими затратами на их приобретение, адаптацию, обслуживание.

Модель реализации инновационных проектов в производственно-экономических системах и наполняющее её математическое обеспечение становятся основой для выбора средств реализации и принципов использования информационных систем управления. Интегрировав удачные и подходящие, исходя из требований, программные решения, можно получить интегрированную информационную систему под нужды конкретной производственно-экономической системы. Информационная система, предоставляющая инструментарий для поддержки принятия управленческих решений по формированию и управлению инновационными проектами структурно-функционально должна выглядеть как приведено на рис. 3.

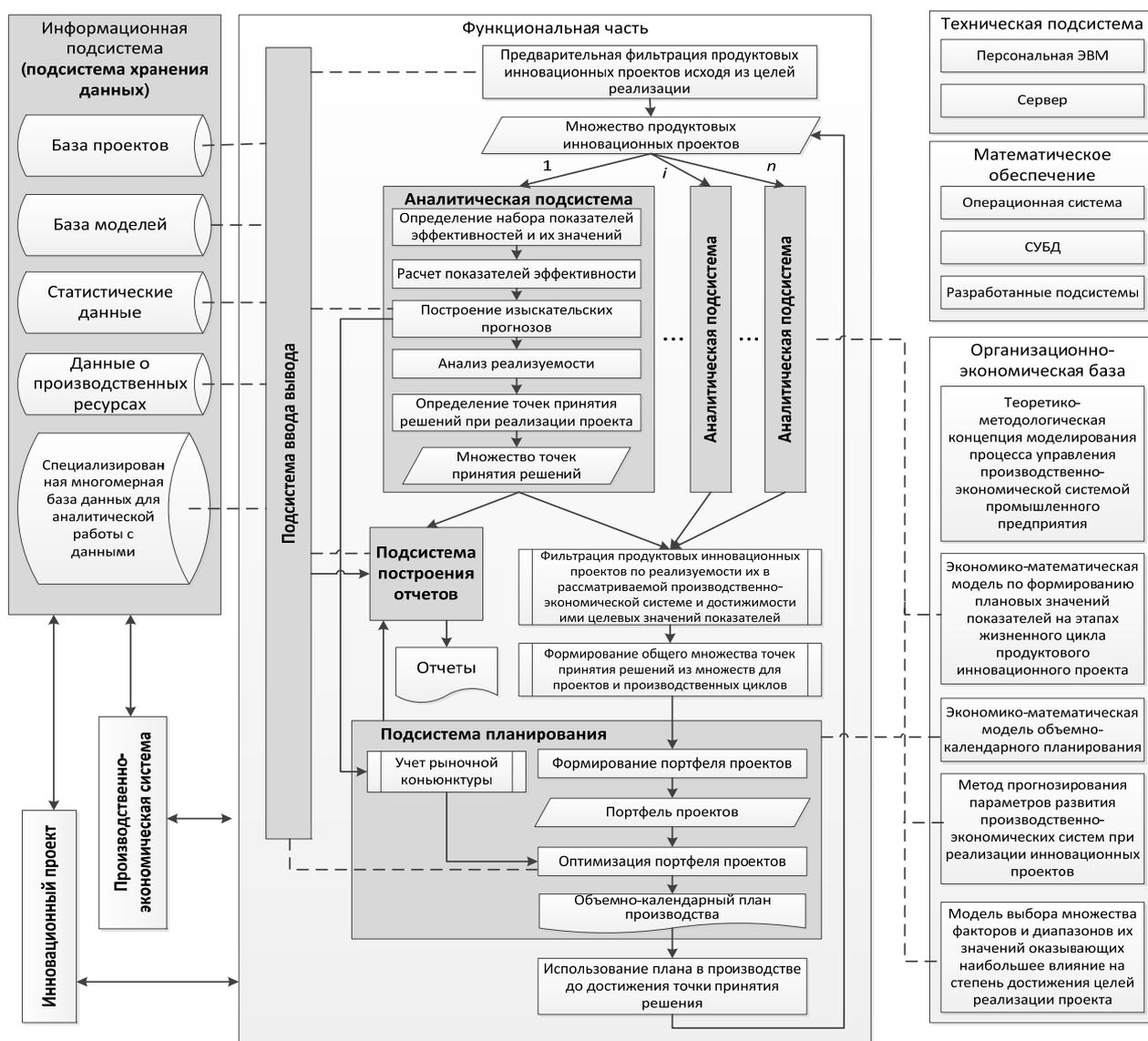


Рис. 3. Структурно-функциональная схема разработанной информационной системы

Основные блоки этой системы [12]: подсистема хранения данных, подсистема ввод – вывод, аналитическая подсистема (реализует получаемое математическое обеспечение), подсистема построения отчетов, подсистема планирования.

Такая структура информационной системы предусматривает сбор статистических данных о производственно-экономической системе и проектах реализуемых в ней, сбор и введение данных об анализируемых проектах, определение целей реализации проектов, определение набора показателей, оказывающих наибольшее влияние на реализацию проекта, расчет целевых значений показателей, получение их прогнозных значений, определение точек принятия решения, построение прогнозов спроса и прибыли анализируемых проектов, составление объемно-календарных планов, составление отчетов, а также аналитическую работу с данными. При этом, как было показано, алгоритмическое и математическое наполнение модели зависит от реализуемых проектов и производственно-экономической системы, в которой они реализуются.

Наполнение аналитической подсистемы опирается на иерархическую структуру целевых значений параметров и ресурсов (рис. 4).

Таким образом, путем совмещения знаний о производственно-экономической системе и проекте, который в ней реализуется, решаются задачи составления графиков, выявления структур, выбора процессов, позволяющих реализовать инновационные проекты, распределения ролей и определения целей в плане управления как технической, так и организационной составляющих производственно-экономических систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При оценке 18 инновационных проектов, полученных с использованием описанного подхода, установлено, что за 4 года валовый доход от коммерческой деятельности увеличился в 14 раз; объем привлеченных инвестиций на развитие проектов, реализуемых на этих предприятиях, увеличился в 10 раз.

Исходя из приведенных рассуждений, можно сделать вывод о том, что в настоящее время отсутствует единая концепция управления в производственно-экономических системах, позволяющая перейти от перебора и анализа вариантов управленческих решений к целенаправленному их поиску. Развитие концептуального базиса сосредотачивается или на отдельных подсистемах управления (например, информационной подсистеме управления на предприятии [8]) или идет путем рассмотрения отдельных подзадач (например, как было отмечено выше, задач управления складом, сбытом, поставками и т.п. [13]).

Развитие концептуальных основ помогает перейти к использованию методов и подходов определенной области знания как к рабочему инструменту практического решения задач и повысить качество принимаемых решений за счет объединения представлений, полученных в рамках разных подходов, и как следствие – снижения энтропии [9] за счет свойства, проявляющегося при объединении двух изолированных систем в одну общую систему [14] вследствие приращения структурной информации.

Комплексное исследование может быть сведено к набору элементов, реализующих отдельные алгоритмы, модели, оценки, что позволяет не только принимать управленческие решения, но и проектировать информационные системы для управления производственно-экономическими системами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мыльников Л.А. Микроэкономические проблемы управления инновационными проектами // Проблемы управления. – 2011. – № 3. – С. 2–11.
2. Винокур В.М., Трусов А.В. Интеллектуальная собственность как основа инновационной деятельности. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2004. – 271 с.
3. Young H.P. The Evolution of Conventions // *Econometrica*. – 1993. – № 1 (61). – С. 57.
4. Murray A.S. The Wall Street journal essential guide to management: lasting lessons from the best leadership minds of our time 1st ed-e изд. – New York: Harper Business, 2010. – 207 с
5. Mylnikov L. Conceptual Foundations of Modeling of Innovative Production Projects // *Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT*. – 2015. – № 3. – С. 13–17.
6. Jonas D., Kock A., Gemünden H.G. Predicting Project Portfolio Success by Measuring Management Quality // *IEEE Transactions on Engineering Management*. – 2013. – № 2 (60). – С. 215–226.
7. Lee J.-H., Kim C.-O. Multi-agent systems applications in manufacturing systems and supply chain management: a review paper // *International Journal of Production Research*. – 2008. – № 1 (46). – С. 233–265.
8. Зеленков Ю.А. О стратегическом планировании развития информационных технологий в корпорации // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. – 2012. – № 46 (305). – С. 73–87.
9. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.
10. Мыльников Л.А. Системный взгляд на проблему моделирования и управления производственными инновациями // *Научно-техническая информация. Сер.1.* – 2012. – № 5. – С. 11–23; Mylnikov L.A. A system view of the problem of the modeling and control of production innovations // *Scientific and Technical Information Processing*. – 2012. – Vol. 39, № 2. – С. 93–106.
11. *Projektportfoliomanagement in der IT: Priorisierung, Investition, Steuerung* / eds. M. Lang, S. Kammerer, M. Amberg. – Düsseldorf: Symposion Publishing, 2012. – 442 с.
12. Мыльников Л.А., Трусов А.В. О подходе к проектированию логической модели данных инновационного проекта // *Научно-техническая информация. Сер.1.* – 2012. – № 5. – С. 11–23; Mylnikov L.A., Trusov A.V. On an approach to the design of a logical model of innovation project data

// Scientific and Technical Information Processing. – 2011. – Vol. 38, № 3. – С. 201–206.

13. Ширяев В.И., Ширяев Е.В. Управление бизнес-процессами. – М.: ИНФРА, 2009. – 464 с.
14. Гуревич И.М. Законы информатики – основа строения и познания сложных систем. – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2007. – 400 с.

Материал поступил в редакцию 29.02.16.

Сведения об авторах

ФАЙЗРАХМАНОВ Рустам Абубакирович – доктор экономических наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет
e-mail: itas@pstu.ru.

МЫЛЬНИКОВ Леонид Александрович – кандидат технических наук, доцент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет
e-mail: leonid.mylnikov@pstu.ru.

Информационная модель квантования света

Представлены основные положения для построения информационных моделей оптических объектов. Показаны количественные соотношения между закономерностями тригонометрического анализа спектров как возможной связи проекции естественного (точечного) излучателя и сечения поглощающего атома. Данный подход применен к корреляции между этими закономерностями и атомной спектроскопией (в частности, термами и потенциалами ионизации нейтральных атомов с s и p оболочками). Это позволило построить информационные модели излучения и атомного поглощения с введением определенных принципов квантования полевого континуума.

Ключевые слова: информационные модели излучения и поглощения, оптические октавы, тригонометрические проекции, потенциалы ионизации, атомные термы, квантование континуума

ВВЕДЕНИЕ

Принято полагать, что, с одной стороны, квантованная энергия оптического излучения в виде «фотона» не имеет достоверного обоснования в теоретической физике [1, с. 1189, 1213], а с другой – существует система гармонических октав, коррелирующая с оптикой источников излучения [2, с.15] по характеристическим особенностям их тригонометрических функций (ТФ).

Целью настоящего сообщения является исследование оптико-тригонометрических закономерностей для поиска физического смысла первого положения по корреляциям между эмпирическими данными обоих подходов с помощью построения информационной модели излучения (ИМИ) и его поглощения атомом (информационная модель атомного поглощения – ИМАП).

Для достижения этой цели необходимо решить такие вопросы, как разделение данных и информации в информационных моделях, а также попытаться найти достоверные обоснования для подразделения «кванта» и «фотона» с позиций ИМИ и/или ИМАП. Все это, в свою очередь, может базироваться на оптических свойствах упомянутых октав в виде релевантных корреляций, которые могут быть получены при спектроскопической интерпретации тригонометрических функций, описывающих естественный круглосимметричный (в пределе – точечный) источник излучения. Приведем общепринятые определения для данного типа источников [2, с. 21–23].

Обычно для характеристики распределения силы излучения в пространстве используют *фотометрическое тело* излучателя, представляющее часть пространства, ограниченного поверхностью, которая яв-

ляется геометрическим местом точек с радиус-векторами силы излучения по различным направлениям пространства. Круглосимметричные излучатели обладают одинаковыми значениями силы излучения по всем направлениям, равноудаленным от некоторой оси, которую принято считать *осью симметрии излучателя*. Следовательно, круглосимметричным излучателем является такой излучатель, фотометрическое тело которого представляет собой тело вращения. Для круглосимметричного излучателя необходимой и достаточной координатой направления луча является угол φ между осью симметрии и направлением заданного луча.

Понятие «точечный» применимо к небольшим по размерам излучателям, которые на расстоянии, значительно большем размеров источника, можно принять за точку, помещенную в вершину телесного угла, считая, что излучение исходит из этой точки. Такие *излучатели* принято называть *точечными*. «Точечность» излучателя определяется не линейными размерами излучающего тела, а их отношением к расстоянию до той точки поля, в которой оценивается действие излучателя. Относительно исследуемый источник к группе точечных излучателей и условно принимая его за математическую точку, его распределение силы излучения в пространстве следует считать таким же, как у действительного излучателя конечных размеров.

Помимо типа излучателя решение поставленной выше задачи связано и с необходимостью ввести очевидные постулаты, непосредственно сочетающиеся с известными аксиомами оптики:

Во-первых, оптико-механическая аналогия, т.е. сходство траектории движения частицы в потенци-

альном силовом поле с траекторией светового луча в изотропной оптически неоднородной среде основывалась на универсальности математических моделей физических явлений [3]. Отсюда оказалось возможным и проведение корреляции между ТФ круглосимметричного источника излучения по его проекции со спектроскопической интерпретацией получаемых октав [4].

Во-вторых, проблема времени возникновения/существования фотона/кванта [1] приводила к следующему предположению: для получения элиминирующих временные параметры состояний источника излучения и/или атома (поглощающего это излучение), требовалось построение стационарных условий описания, близких к стационарному состоянию атома. Для этого была введена гипотетическая «ширина щели» как частный случай аппаратной функции, предназначенной для исследования характеристических особенностей спектра излучения/поглощения. Данная функция могла коррелировать с обратной величиной изменения энергии излучения как функции изменения, с одной стороны, угла излучения $\Delta\pi(\Delta\lambda)$ по пространственным координатам, а с другой – длины волны $\Delta E(\Delta\lambda)$ в соот-ветствии с известными определениями [5] и свойствами рекурсивных функций, о которых речь пойдет ниже.

Казалось бы, релевантной величиной для изучения оптических корреляций являлся тангенс, семантика которого, действительно, исторически включала сущностные значения (в переводе с арабского «тангенс» – неотделимая от предмета тень, спутник, соприкасающийся; однокоренное латинское *tangibilis* – воспринимаемый осязанием от *tangere* – прикоснуться, граничить, овладеть). Однако, опыт показал, что адекватной величиной был не tgE , а tg^2E , – не только элиминирующий отрицательные значения энергии излучения, но и выявляющий характеристические особенности узловых точек тангенсоиды.

В-третьих, экстремумы, т.е. узловые точки октав должны соотноситься с тригонометрией источника излучения, поскольку проекция (сечение) естественного источника могла быть соотнесена с измеряемыми углами излучения, кратными $x\pi$, где $x < 1$. Если же энергия электромагнитного/светового поля перемещается с фазовой скоростью, то энергия фотона соотносится с частотой в вакууме и/или с релевантной длиной волны как самосогласованные коды данных и метода их обработки. Поэтому искомой величиной, которая несет информационные потоки от источника излучения к приемнику, является не энергия и не длина волны по раздельности, а совместная зависимость их изменения, т.е. именно $\Delta E(\Delta\lambda)$ как некая гипотетическая «аппаратная функция» изменения энергии источника ΔE через изменение «ширины щели» $\Delta\lambda$. Тогда эту величину можно было и далее рассматривать как релевантный аргумент для установления информационных характеристик излучения в ИМИ и/или ИМАП. Для начала же необходимо оговорить сущностные свойства информационных моделей.

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

В философско-методологической литературе под моделью чаще всего понимается функциональный гомоморфный перенос (отображение) компонентов

внешнего мира на систему понятий (изображений, символов, знаков, и т.п.). Однако, не являясь изоморфным, это отображение, тем не менее, сохраняет определенные связи, существующие между компонентами внешнего мира. Последнее свойство позволяет модели не только описывать, связи и отношения между компонентами внешнего мира. Поскольку алгоритмы, способы и/или методы построения таких моделей обычно не приводятся, то нами был поставлен вопрос о создании метода построения информационных моделей.

Для начала определимся с минимумом требований, которым должно отвечать такое построение. Существенными компонентами информационной модели являются:

- Понятия, определения, термины, знаки, символы, релевантные понятиям, используемым для адекватного понимания модели.
- Сущностные постулаты (теории, закономерности, конкретные модели), основанные не на аксиомах (они временны), а на опыте и воспроизводимости.
- Анализ и включение функций (онтологически идеального плана), но не структуры как относительно материального плана сложных систем (объектов).
- Интенционалы как база для включения релевантных экстенционалов.
- Правила трансформации (вычислений), позволяющие сравнивать результаты, получаемые при анализе информационной модели, с опытными (экспериментальными) данными и/или практическими результатами.

В физике принято считать «информацию» с позиций и теоретиков (информацией являются любые сведения и данные, отражающие свойства объектов), и экспериментаторов (информация – содержание сообщения, рассматриваемое в процессе его передачи, восприятия и использования). В гуманитарной же сфере «информация» имеет субъективно-объективный характер, так как возникает лишь при субъективной интерпретации объективных данных.

В информатике достаточно доказательно принято, что информация – продукт взаимодействия данных и адекватных им методов [6, с. 13]. Вместе с тем, опыт создания информационных моделей постоянно показывал, что информация как продукт и/или результат тут же превращается в данные. В чем дело? Как можно и можно ли разделить данные и информацию, и/или, согласно поставленной выше задаче, квант и фотон?

С позиций онтологии информация идеальна относительно данных, но материальна относительно субъекта-интерпретатора. В свою очередь, именно так характеризуется и «слово» как идеальное относительно его опредмеченного вида (в фонеме ли, или в лексеме, в символе, или в знаке), но материальное относительно его смысла (семантического наполнения, кодов интерпретации и т.п.).

Так, еще Нильс Бор в ответ на сентенции о фундаментальном характере реальности, лежащей в основании языка, практически по Витгенштейну [7, р. 23], утверждал: «Мы так подвешены в языке, что не можем сказать, где верх, а где низ. Слово “реальность” является также только словом, которое мы должны научиться употреблять правильно» (Цит. по: [8, р. 302]).

Непосредственно с этим связана и копенгагенская интерпретация квантовой теории, практически сведенная к информации, осмысляющей появившийся формализм. По ранней версии этой интерпретации, «состояние квантовой системы» имеет отношение не к реальному миру, а к нашим знаниям, т.е. к информации, полученной при измерении квантовых систем. Или, как говорил Бор: «Нет никакого квантового мира. Есть только его абстрактное квантово-физическое описание» [Там же].

В философии науки эта позиция названа *инструментализмом* – в противовес *реалистической* трактовке квантово-механического аппарата [9]. Показательно, что сторонники последней, как бы элиминируя научную соотносимость языка и реальности и/или инструментализма и реализма, утверждают адекватность своих воззрений следующим образом: *все технологические достижения XX–XXI века не могли бы быть созданы, если бы прикладники и технологи не оперировали реальными квантовыми системами, например, фотонами, а руководствовались бы представлениями о том, что квантовая механика – не о реальном положении дел в мире, а лишь о наших знаниях результатов измерений состояний квантовых систем* [10, с. 64].

По существу, любая область науки имеет дело исключительно с информацией. Ибо вряд ли, к примеру, физик-экспериментатор будет думать, что измеряет массу фотона или молекулы, когда на его измерительном устройстве регистрируется какое-либо изменение показателей. Вспомним утверждение С. Симоновича: прибор регистрирует данные и в силу своей настройки выдает информацию о той информации, которую содержали полученные данные. Физик же опять получает данные уже с этого прибора и далее, в силу своего уровня знания и определенных аксиом, интерпретирует эти данные.

Информационная же модель, отражая лишь существенные свойства объекта, является характеристическим его описанием, благодаря которому и познается реальная действительность. Информационная модель в информатике – это представление объектов и отношений, ограничений, правил и операций, призванное указать сущностную семантику данных для выбранного домена (проблемной области).

Итак, под информационной моделью далее понимается организованная по определенным правилам совокупность информации о состоянии и функционировании анализируемой системы. К примеру, хроматические (информационные) модели – это модели, созданные на естественном языке семантики цветовых концептов и их онтологических предикатов (т.е. на языке смыслов и значений цветовых канонов, репрезентативно воспроизводившихся в мировой культуре). Примеры хроматических моделей: «атомарная» модель интеллекта (АМИ), межконфессиональная имманентность религий (МИР), модель аксиолого-социальной семантики (МАСС) и др., созданные на базе теории и методологии хроматизма.

ПОНЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ

Вообще говоря, любая система воспринимает только ту информацию, которую она способна по-

глотить. Поскольку эта часть информации будет обладать резонансными характеристиками, общими с компонентами поглощающей ее системы, то – как воспринятая (поглощенная) информация – может являться той самой внутренней информацией онтологически идеального плана, которую мы связываем с характеристическими компонентами моделируемого объекта.

Тогда к *связанной* можно отнести такой вид информации, который коррелирует с функциями, но не со структурой, не с составом (компонентов и межкомпонентных взаимодействий системы), относящимся к онтологически материальному плану. Информацию, относящуюся к этому плану, в данном приближении можно отнести к свободной [11]. Отсюда несложно дать семантическое определение: **Информация – это согласованное распределение вероятностей источника по релевантным кодам связанных и свободных состояний приемника.** Что дает это определение? Сопоставим его, к примеру, с вышеприведенным определением Симоновича и др. [6, с. 13]: «Информация – это продукт взаимодействия данных и адекватных им методов». Легко видеть, что эта формулировка полностью подтверждает наше определение, основанное на субстанциональной семантике понятия «информация».

Сигнал как процесс, несущий информацию, подразделяется на механический, электромагнитный, тепловой, световой и др. Иначе говоря, каждый из этих видов сигнала содержит в себе поток данных, который при адекватном методе интерпретации становится информацией. Так как для нас имеет значение не масса в механике, не заряд (частота, амплитуда или фаза) в электромагнетизме, теплоемкость в термодинамике или фотон в оптике, а собственно информация, которую несут эти величины в сигнале, то попытаемся выявить, если можно так сказать, их *качественно-функциональное* и одновременно *мета-языковое единство*.

Вообще говоря, для информатики это единство вытекает уже из общности законов Ньютона для взаимодействующих масс и Кулона – для зарядов. Передаваемая же этими массами и зарядами *качественная* сторона информации функционально остается неизменной – как для механического, так и для электромагнитного вида сигналов. Каким же путем можно подойти к решению этой проблемы? Реально ли совместить все эти достаточно разнородные представления в единой информационной модели? Можно ли адекватно формализовать связи онтологически идеальных предикатов с их материальными денотатами для последующей классификации и строго научного анализа?

Поскольку информационная модель как совокупность информации, характеризует сущностные свойства и типические черты объекта, то построение информационных моделей не сводится к каким-либо тривиальным упрощениям в соответствии с собственным критерием сохранения исключительно характеристической информации о сложной системе. Оптимальным примером информационной модели может служить размерность физической величины, в

которой элиминированы все несущественные параметры, благодаря чему исследователь легко может проверить формализацию своих рассуждений.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ РАЗМЕРНОСТЕЙ

Для возможности моделирования сложной системы разнородных отношений в хроматизме используется теория размерностей. Как известно, любое измерение в любой области представляет собой исключительно информационный процесс, т.е. получение информации (об измеряемом объекте на уровне экстенционального контекста), которая далее включает эти экстенсионалы в обобщающие теории (интенсионалы). Для возможности адекватного моделирования проблемных областей в хроматизме была модифицирована известная теория размерностей физических величин. Проводимый ниже анализ размерностей, вообще говоря, является метаязыком, позволяющим устанавливать функциональные связи между существенными для изучаемого явления разнородными планами заданной системы анализа.

При этом размерностный анализ в хроматизме основан на таком представлении размерностей этих планов, при котором выражение, определяющее функциональную связь между планами, остается справедливым при любом изменении конкретных компонентов заданных систем. Строго говоря, здесь постулирована инвариантность планов в системе хроматических размерностей как неизменность их относительных (друг друга) свойств по отношению к преобразованиям в различных системах анализа. Поэтому нам необходимо ввести триадный критерий размерности величин, принципиально не зависящий от области знания в силу его интенционального, т.е. обобщенно-семантического характера.

Обычно анализ размерностей применяется в проблемных ситуациях и областях знания, т.е. там, где строгое решение задачи наталкивается на значительные трудности, в частности, из-за большого числа параметров, определяющих взаимодействие планов в анализируемой системе. Поэтому в теории размерностей зависимость искомой величины от остальных величин, определяющих исследуемую систему, находится с точностью до постоянных. Ранее формула размерности производных единиц измерения традиционно определялась минимальным числом независимых единиц, исключая единицы направления, телесного угла и т.п. в силу их безразмерного характера. Так, в механике со времен Ньютона независимыми считались расстояние, инерция (масса) и время. Эти единицы считаются «первичными понятиями» (основными величинами) в физике до сих пор, поскольку никому не удавалось доказать, что одна из них зависит от двух других. При этом в термодинамике к ним добавлялась температура, в электромагнетизме – заряд, в фотометрии – видность и т.д.

В теории размерностей принято [12, с. 17–19], что размерность основной величины не зависит от других величин и в отношении самой себя равна 1, т.е. формула размерности основной величины совпадает с ее символом. В хроматизме анализу подлежало взаимодействие всех без исключения сторон объективного и субъективного мира. В связи с этим нами была принята аксиома: помимо времени T и пространства L существует единственная независимая обобщенная (общая для измерений любого рода) величина – информация I . Действительно, информация является основной величиной, т.е. одновременно и независимой от вышеуказанных, и наиболее общей (интенциональной) для любых областей исследования. Согласно этому определению, формула размерности любой заданной величины $[B]$ в общем виде может быть представлена как $[B] = L^l I^i T^t$, где l, i, t – любые вещественные числа, называемые показателями размерности исследуемой величины во всех областях знания.

В случае же, если единица производной величины не изменяется при изменении какой-либо из основных единиц, то такая величина обладает нулевой размерностью по отношению к соответствующей основной. Например, если потенциал по отношению к информации обладает нулевой размерностью $[U] = L^2 I^0 T^2$, то энергия – единичной $[\varepsilon] = [m \cdot U] = [e \cdot U] = L^2 I T^2$.

Отсюда непосредственно следует, что и любые другие величины должны быть связаны с информацией, но не с массой, зарядом и т.п. (например, в единицах энергии). Иначе говоря, если информация как основная единица может существовать вне энергии, то энергия без информации существовать не может, поскольку энергия определяется произведением актуальной информации на потенциал релевантного поля.

Таким образом, размерностный анализ использованных параметров включил единицы и результаты измерений, которые принято записывать в формализованном виде, соответствующем понятийным представлениям. Так, если размерности $[L]$ и $[T]$ традиционно описывали обобщенное представление о пространстве и времени, то $[I]$ несла в себе уже интенциональное представление об информации, которая, в зависимости от системы анализа, определялась релевантными экстенсионалами: массой (m) в механике, удельной теплоемкостью (c_v) в термодинамике, зарядом (e) в электромагнетизме и т.п., оставаясь инвариантом для всех областей знания, включая гуманитарные.

Тогда сигнификаты любой заданной предметной области могут быть промоделированы единой триадой размерностей LIT . Здесь интенционал I – информация об измерении релевантного экстенсионала в заданной области знания. В левой части табл. 1 сопоставлены основные физические величины, единицы измерения и их размерности (экстенсионалы), а в правой – их хроматические коды (интенсионалы) с релевантными системе СИ единицами измерения.

Единицы измерения и размерности величин внешней среды

Экстенционалы в системе СИ с размерностями $[I L T M T^0 M_\mu A J]$			Интенционалы в системе $[LIT]$		
Раздел	Основные величины		Размерность	Размерность	Единицы
Информатика	информация	байт (b)	I	I	байт (b)
Механика	расстояние	метр (m)	L	L	метр (m)
	время	секунда (s)	T	T	секунда (s)
	масса	килограмм (kg)	M	I_m	$b_m(kg)$
Теплота	температура	кельвин ($^{\circ}K$)	T^0	$L^2 T^{-2}$	$m^2 s^{-2} (^{\circ}K)$
Химфизика	хим. масса	моль (μ)	M_μ	I_μ	$b_\mu(\mu)$
Электричество	сила тока	ампер (a)	A	$I_e T^{-1}$	$b_e s^{-1}(a)$
Оптика	сила света	свеча (cd)	J	$L^{-2} I_o T^{-3}$	$m^2 b_o s^{-3}(cd)$

Так, если в четвертом столбце табл. 1 выделены жирным шрифтом восемь основных величин (основных размерностей), то в пятом столбце наглядно показано, что для построения оптимального метаязыка необходимы три действительно независимых величины: информация, пространство и время. Все остальные величины в $[LIT]$ системе размерностей – производные.

Поскольку выбор основных величин размерностей определялся и семантикой, и прагматикой, и синтактикой, то этот подход привел к практическому выявлению семиотического единства формул, включавших единицы разнородных областей знания. В правом столбце представлены единицы измерения СИ, преобразованные в LIT системе основных величин. Итак, с этих позиций можно приступить к решению поставленной задачи.

АНАЛИЗ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

Для решения задачи нами был проведен детальный анализ ТФ. Последовательность наших действий была следующая: $\pi/4$ составляло угол $\varphi_1=0,78539$ радиан. Это была первая точка октавы для шага в 45° . Оказалось, что следующие точки этой октавы ($\varphi_2=1,57077$, $\varphi_3=0,78539$ и т.д.) с точностью до 5 знаков совпадали с известной шкалой энергии в электронвольтах ($E_1=0,78539$, $E_2=1,57077$, $E_3=0,78539$ и т.д.). Отсюда по формуле $\lambda = ch / E$ были получены длины волн λ , а также определенные числа q и Z , которые соответствовали порядковым номерам индексов у величин φ и E .

Верификация полученных таким путем значений первой октавы подтверждалась и соответствием энергии $E_1=0,78539$ эВ в точке пересечения кривых $\sin^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$ и $\cos^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$, т.е. характеристической величине $tg^2 E$ при $\lambda=1578,63$ нм.

Вообще говоря, если зависимость всех ТФ от $\Delta E=const$ давала гармоники, а от $\Delta\lambda=const$ – прогрессию, то ТФ от $\Delta E(\Delta\lambda)$ в согласии с рис. 1 показывали характеристические свойства спектра излучения в информационной модели излучения. Вероятно, это обусловлено тем, что, согласно определению «информации», **коды источника и приемника информации оказались согласованными** из-за естественного характера точечного источника излучения и проекции приемника.

Если же с $\lambda=1578,63$ нм начиналось квантование континуума, то, необходимо было говорить о возможности построения информационной модели квантования (ИМК), которая в нулевом приближении могла базироваться на полученных выше соотношениях тригонометрических функций между ИМИ и ИМАП.

Критерием проявления экстремумов излучения в октавах оказались величины амплитуд $A tg^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$ при значениях, кратных $\pi/4$ с периодом 2π , т.е. по формуле $\Delta E_n=(E_n-E_{n-8})=2\pi$. Это позволило определить в каждой октаве определенные узловые точки, связанные с длиной волны, энергией и амплитудой излучения.

Так, в частности, невозможность отрицательных значений света в видимой области оптического излучения привела к необходимости брать квадрат тангенса. Логарифмическая функция оптических параметров оказалась более объективной величиной именно для видимой области, где проявились характеристические свойства визуальной октавы, а именно границы, а также «центр» видимой области, разделяющий «теплые» и «холодные» цвета (табл. 2).

Все это позволило интерпретировать полученные выше данные по ТФ как с позиций психофизиологии цветового зрения, так и в представлениях спектроскопии и/или физической оптики. Именно здесь рекурсия – как собственное значение функции при определенном значении аргументов – выражалась заранее заданными значениями функции при других значениях аргументов. Поскольку при релевантном разрешении канты линий/полос и в атомных спектрах, как правило, оттенены к большим длинам волн, то задание ТФ как функции $\Delta E(\Delta\lambda)$ определялось уже заданными значениями предыдущих октав через значения $\Delta\lambda$.

Численное соответствие значений энергии и углов излучения дало возможность проводить корреляции и с базовыми положениями физической оптики. Так, обращало на себя внимание поведение ТФ при $\lambda \rightarrow \infty$. Как показано на рис. 1, в точке 1578,6 нм (оказавшейся первым членом первой октавы) наблюдалось пересечение кривых $\sin^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$ и $\cos^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$, тогда как функции $tg^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$ и $\sin^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$ асимптотически стремились к значению $ch\Delta E$.

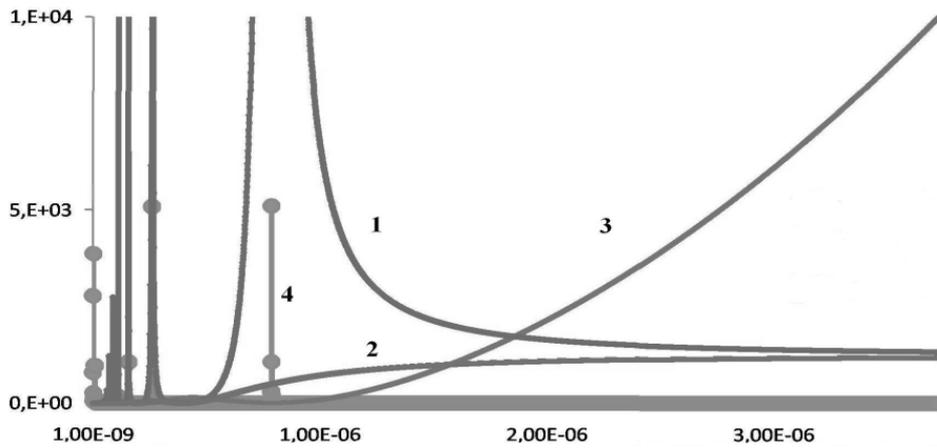


Рис. 1. Зависимость ТФ от $\Delta E(\Delta\lambda)$: 1 – $\text{tg}^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$; 2 – $\text{sin}^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$; 3 – $\text{cos}^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$; 4 – $\Delta E/\text{cos}^2 E$. Абсцисса – длина волны (м); ордината – АТФ (усл. ед.)

Таблица 2

Тригонометрические соотношения оптики для видимой области

λ , нм	E , эВ	$\nu_{\text{гол}}$, рад	$\text{tg}^2 E$	$\ln^2 [\text{tg}^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)]$
789,31	1,57	1,57077	∞	440,047
526,21	2,36	2,35615	1,0	29,225
394,65	3,14	3,14159	0,0	48,578

Если же начало первой октавы оказалось в пределах ИК области (1578,6 нм – $\pi/4$), то ее максимум – при 789,3 нм ($\pi/2$), что практически отвечало верхней известно-условной границе для видимого света 780–790 нм. Нижняя граница видимой области при 395,7 нм – (π) также совпала с ее общепринятым обозначением 390–400 нм. Случайно ли, что в табл. 2 и точка при 526,2 нм ($3/4\pi$) оказалось границей между «теплыми» и «холодными» цветами видимого света, которая ранее оказывалась релевантной для «среднего стандартного наблюдателя» [5]?

Следующие точки первой октавы соответствовали границе УФ с максимумом при 263,1 нм ($3/2\pi$) и границе вакуумной УФ области (197,3 нм – 2π). Можно ли было считать все эти «совпадения» случайными, если задолго до выявления нами этих точек ТФ они были получены эмпирическим путем учеными различных областей исследования «света, цвета и человека»? В табл. 3 представлены узловые точки полученной функции $\text{tg}^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$ для первой триады октав.

Согласно данным табл. 3, были получены следующие соотношения для всех членов октав: порядковый номер октавы определялся выражением $n=Z_{2\pi}/q_{2\pi}$; в каждой октаве значения порядкового номера q (от 1 до 8) получались по зависимости $q=\varphi Z/E$, где q – коэффициент корреляции; Z – целое число, соответствующее порядковому номеру характеристических линий/полос ТФ во всей оптической области, начиная с точки пересечения функций $\text{sin}^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$ и $\text{cos}^2 E/\Delta E(\Delta\lambda)$. В следующих (II и III)

октавах значения порядкового номера в каждом периоде q (от 1 до 8) находились по этой же формуле. Как это можно интерпретировать?

Теория размерностей используется и в целях концептуализации и спецификации сложной системы разнородных отношений. Возможности адекватного моделирования проблемных областей позволили модифицировать теорию размерностей физических величин. А это, в свою очередь, привело к построению метаязыка, который вполне однозначно устанавливал функциональные связи между характеристическими для изучаемого явления разнородными планами заданной системы анализа при заданных граничных условиях.

Может ли быть «энергия» универсальнее «информации»? Казалось бы, в самом деле, энергия является универсалией. Однако используем метаязыковую систему размерностей [LIT] и сразу же убедимся, что энергия L^2IT^{-2} является производной величиной от информации I и потенциала L^2T^{-2} . Легко видеть, что для экспериментальной физики [LIT] система размерностей является слишком обобщенной, тогда как для информатики и/или теории естественного интеллекта – адекватной, поскольку представляет именно информацию об объектах с присущими отношениями-связями и одновременно элиминирует их какие-либо нехарактеристические атрибуты (коэффициенты, безразмерные постоянные и т.п.), – что является сущностным требованием для построения адекватных онтологий и/или информационных моделей.

Корреляция величин первых октав с квантовыми числами ТФ*

$q, \varphi \setminus n$		1			2			3		
q	$\varphi, \text{ рад}$	Z	$\lambda, \text{ нм}$	$E, \text{ эВ}$	Z	$\lambda, \text{ нм}$	$E, \text{ эВ}$	Z	$\lambda, \text{ нм}$	$E, \text{ эВ}$
1	0,78539	1	1578,63	0,79	9	175,40	7,07	17	92,86	13,35
2	1,57077	2	789,31	1,57	10	157,86	7,85	18	87,70	14,14
3	2,35615	3	526,21	2,36	11	143,51	8,64	19	83,09	14,92
4	3,14159	4	394,65	3,14	12	131,55	9,42	20	78,93	15,71
5	3,92692	5	315,73	3,93	13	121,43	10,21	21	75,17	16,49
6	4,71231	6	263,10	4,71	14	112,76	11,00	22	71,76	17,28
7	5,49769	7	225,52	5,50	15	105,24	11,78	23	68,63	18,07
8	6,28308	8	197,33	6,28	16	98,67	12,57	24	65,78	18,85

* Сравнительная семантика чисел n, q, Z приведена в табл. 4.

Для более четкого представления этих положений приведем конкретные примеры представления об «информации» как взаимодействии двух самосогласованных величин, одна из которых является данными, а другая – методом их обработки.

Если представить известное выражение

$$E = h\nu \quad (1)$$

как произведение, с одной стороны, скорости света c и постоянной Планка h , а с другой – длины волны λ и энергии фотона E

$$ch = \lambda E, \quad (2)$$

то в размерностном выражении получаем

$$[LT^{-1}] \cdot [L^2IT^{-1}] = [L] [L^2IT^{-2}] = [L^3IT^{-2}]. \quad (3)$$

Отсюда непосредственно следует, что информация $[I]$ заключена во «взаимодействии», которое дает константу ch благодаря самосогласованию кодов λ и E .

Самосогласованные коды (данных и методов их обработки) более наглядно проявляются на примере энергетической характеристики потенциала электрического поля U_p , выражаемого скалярной величиной, которая численно равна потенциальной энергии W_p единичного заряда e , помещенного в эту точку

$$U_p = W_p / e. \quad (4)$$

При согласовании вектора \vec{l} электрического момента диполя p_e с данным зарядом e в поле с потенциалом (4) $p_e = e \cdot \vec{l}$ получаем

$$p_e U_p = \vec{l} W_p, \quad (5)$$

т.е. взаимодействие данных \vec{l} и релевантного метода его ориентации в поле W_p дает величину информации.

$$[L^3IT^{-2}] \cdot [L^2IT^{-2}] = [L] [L^2IT^{-2}] = [L^3IT^{-2}]. \quad (6)$$

При условии сопоставимых величин \vec{l} и λ получается аналогичное (3) и (6) согласование кодов в потоке излучения, как это происходит и при квантовании векторов орбитального и азимутального квантовых чисел в атоме по LS схеме, представленной ниже.

По-видимому, оказалось справедливым выдвинутое выше предположение о том, что искомой величиной, которая несет информационные потоки от источника излучения к приемнику, является не энергия

и не длина волны, а зависимость их изменения, т.е. именно $\Delta E(\Delta \lambda)$ как некая гипотетическая «аппаратная функция» пределов изменения энергии источника ΔE через изменение «ширины щели» $\Delta \lambda$. Тогда эту величину можно было и далее рассматривать как релевантный аргумент для установления информационных характеристик излучения в ИМИ и/или ИМАП. Для корректного сопоставления полученных результатов с известным одноэлектронным построением многоэлектронных атомов кратко обрисует известные на сегодняшний день построения.

КЛАССИФИКАЦИЯ АТОМНЫХ СПЕКТРОВ

История спектроскопии показывает, что в силу технических причин (невозможности в начале XX в. получать адекватные абсорбционные спектры атомов) исследователи начали строить концепцию комбинационного принципа В. Ритца на базе эмиссионных спектров. Теоретики же построили модель одноэлектронного атома водорода, которая по Н. Бору, изначально включала главное квантовое число в формулу Ридберга, впоследствии пополнившуюся многочисленными поправками для многоэлектронных атомов.

Позднее были созданы диаграммы В. Гроттриана, практически сразу высоко оцененные и воспринятые спектроскопистами. «Вместе с тем, примечателен тот факт, – подчеркивают исследователи, – что в курсах квантовой механики диаграммы Гроттриана не применяются. По-видимому, в подобных курсах теория атома излагается как иллюстрация к общей квантовой механике, и диаграммы Гроттриана оказываются отягощенными информацией, избыточной с точки зрения высокой науки» [13]. Этот факт, несомненно, свидетельствует о селективной, практической направленности системы Гроттриана и ее ориентированности на углубленные исследования конкретных атомов и ионов.

Сегодня описание многоэлектронного атома базируется на классификации одноэлектронного, поскольку не существует другого пути для спектроскопического расчета возбужденных состояний. Так, если принять, что основному состоянию атома соот-

ветствует нулевая энергия E_0 , а возбужденному – $E_n = h\nu$, то для каждого атома можно найти последовательность чисел, называемых спектральными термами этого атома $T_n = E_n - E_0 = E_n$.

Как аддитивные свойства энергий, так и соотношения, определяющие расположение спектральных линий в различных сериях, могут быть получены из комбинационного принципа, как это демонстрирует рис. 2.

Серия Лаймана (линии которой всегда резонансные, коррелирующие со связанным типом информации) обычно наблюдается как в условиях абсорбции, так и эмиссии. При этом принятая комбинаторика резонансных термов серии Лаймана дает значения остальных серий, благодаря чему в основе современной спектроскопии лежит тот факт, что энергия возбуждения некоторой спектральной линии оказывается равной сумме энергий, соответствующих каким-либо двум другим линиям спектра.

Согласно простейшей модели строения атома Бора, электроны можно представить расположенными на определенных («разрешенных») орбитах вокруг ядра атома. При переходе на более низкую орбиту электрон теряет квант энергии и излучает квант света. Для перехода на более высокую орбиту, наоборот, требуется дополнительная энергия, и обычно электрон поглощает ее также в виде фотонов определенной длины волны.

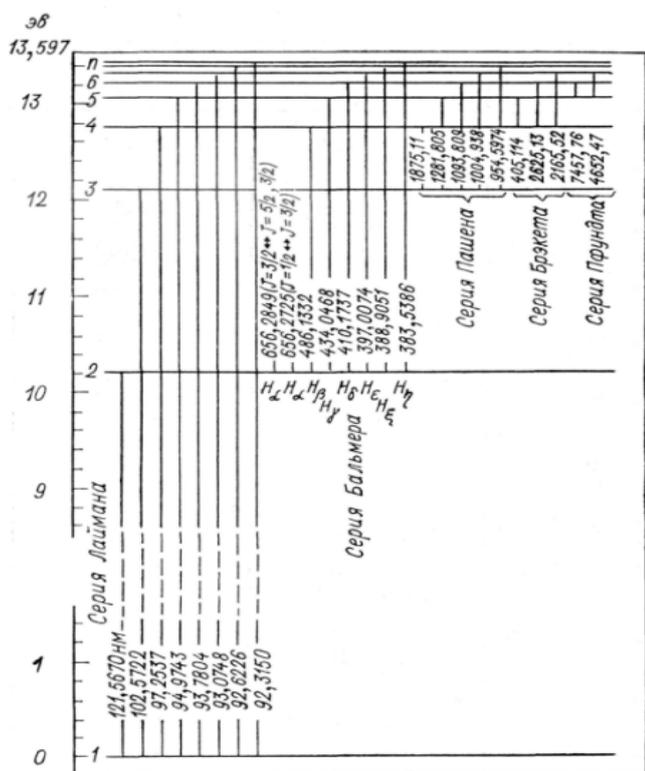


Рис 2. Диаграмма Гротриана для термов атомарного водорода. Слева – значения энергии, в эВ; правее – главное квантовое число n ; волновые числа опущены; длины волн приведены при соответствующих переходах, в нм

Современное состояние теории атомных спектров допускает достаточно строгое рассмотрение исключительно в случае одноэлектронных атомов, т.е. для атома водорода и водородоподобных ионов He^+ , Li^{2+} , Be^{3+} и т.п. Теория спектров многоэлектронных атомов основывается на приближении центрального самосогласованного поля, при котором состояние атома как целого определяется совокупностью состояний всех его электронов с учетом их взаимодействия [14, с. 36–39]. Детальный анализ одноэлектронного приращения к многоэлектронному атому широко представлен в современной литературе [4, 14] и мы не будем на нем останавливаться.

В общем случае для атома с Z электронами уровни энергии характеризуются набором квантовых чисел (КЧ). Главное квантовое число n принимает целые значения в согласии с номером периода периодической системы элементов (ПСЭ), и обозначается прописными буквами (указаны в скобках) $n=1 (K), 2(L), 3(M), \dots$ и определяет энергию стационарного состояния по формуле Бора. Азимутальное КЧ l при заданных n принимает n значений, начиная с нуля: $l=0(s), 1(p), 2(d), 3(f) \dots n-1$ и обозначается строчными буквами для электрона и прописными $L=0(S), 1(P), 2(D) \dots$ для атома (приведены в скобках). Орбитальное магнитное КЧ m_l при заданных l принимает $2l+1$ значений: $m_l=l, l-1, \dots, -l$. Спиновое магнитное КЧ m_s принимает два полуцелых значения: $m_s = \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$. Полный момент электронной оболочки $J = L + S, L + S - 1, \dots, |L + S|$ определяет тонкую структуру спектральных линий (величину мультиплетного расщепления).

Элементы с одинаковым главным квантовым числом n принадлежат к одной и той же оболочке, причем каждая оболочка может содержать максимум $2n^2$ элементов, что определяется количеством возможных комбинаций квантовых чисел, при этом оболочка с индексом l не может превышать значение $2(2l+1)$. Вместе с тем, период по этой схеме в ПСЭ не всегда определяется главным квантовым числом, так как у элементов с одинаковым n схемы термов с d и f оболочками могут принадлежать различным периодам из-за локализации «по диагоналям».

Описание четырьмя квантовыми числами и стандартной спектральной схемой атомов с большим количеством электронов принято проводить по так называемой связи Рассела–Саундерса (в отличие от $j-j$ связи для тяжелых атомов). Каждый атом имеет специфический суммарный угловой момент $J = S + L$, который состоит из векторной суммы S всех угловых моментов всех отдельных спинов и суммарного вектора L всех угловых моментов l всех незаполненных оболочек. Соответственно, атомный терм многоэлектронного атома в одноэлектронном приближении атома водорода характеризуется значениями трех величин: $^{2S+1}L_J$, где верхний левый индекс $^{2S+1}$ – мультиплетность, L – полный угловой момент и правый нижний индекс J – суммарный угловой момент атома.

Схематическое согласование определенных аттрибутов атомных термов по схеме Рассела–Саундерса (LS – связь) с параметрами ГФ представлено в табл. 4.

Корреляция между схемой LS и параметрами ТФ

	LS*	ИМК	ПСЭ	ИМАП
n	Главное квантовое число (атом Бора)	№ октавы $n = Z_{2\pi} / q_{2\pi}$	№ периода 1(K), 2(L), 3(M)...	№ атомного терма** $Z_n = 1 + (E_\phi^n \cdot \lambda_{at}^n - b) / a$
Z	№ элемента (общее число электронов)	№ (.) ТФ во всей области $Z_\gamma = q \cdot E / \phi$ (число фотонов)	№ элемента (общее число электронов)	Число атомных термов Количество электронов $Z_e = E_\phi / \phi_1$
q	L, S, J – квантовые числа оболочек 0(S), 1(P), 2(D)...	№ (.) ТФ в каждой октаве $q = 4\phi / \pi$	№ (.) в каждом периоде $q = \phi_n / \phi_1$	Значение терма в атоме Качество электронов $q = \lambda \cdot \phi \cdot Z / ch$
ϕ	$\hbar = h / 2\pi$ (360°)***	$\phi_1 = \phi / q$ (45°)	$\phi_1 = \pi / 4$ (45°)	$h = \pi \cdot \lambda \cdot Z / 4c$ (45°)
E	$E = h\nu$	$E = Z \cdot \phi / q$	$E = \phi_1 \cdot Z$	$E_\phi = ch / \lambda_\phi$

* Схема Рассела–Саундерса работает в кулоновском поле ядра одноэлектронного атома, т.е. с правилами отбора для дипольного излучения $\Delta J=0, \pm 1$ и $\Delta m=0, \pm 1$ [4, с.117].

** n несет многозначную семантику, т.е. в ИМАП, как и в LS, может характеризовать и орбиту в атоме Бора, и порядковый номер терма, и собственно период ПСЭ ($2n^2$).

*** Проекция векторов L, S, J в LS-схеме квантуются кратными \hbar (углам 360°) [14, с. 38, 212].

ФОТОН

Согласно Д.Н. Клышко, метафизический язык основан на убеждении, что понятию «фотон» отвечают не только математические символы квантовой механики, но и некоторая «реальная» физическая сущность с какими-то априорными свойствами (*элементами физической реальности* – по известной формулировке Эйнштейна) и что любое электромагнитное поле излучения состоит из набора таких независимых (в пренебрежении весьма слабой нелинейностью вакуума) сущностей, подобно тому как идеальный газ состоит из невзаимодействующих атомов «...В квантовой оптике сложилась парадоксальная ситуация: для ее основного понятия – фотона (как элементарной частицы светового поля) нет четко определенного места в формальной квантовой теории. ...главное понятие оптической метафизики, по моему мнению, – это "фотон как элементарная частица светового поля"... Если судить по современным публикациям, то фотон есть нечто, объективно существующее в пространстве-времени...» Детально анализируя этот вопрос, Д.Н. Клышко приходит к выводу, что «фотон, как элементарная частица оптического поля, не имеет разумного четкого определения и, следовательно, является, по предлагаемому определению, метафизической категорией» [1, с.1191–1192].

С другой стороны, до сих пор было принято синонимизировать «фотон» и «квант света»: *фотон как элементарная частица является квантом электромагнитного излучения (света)*. При этом добавляли, что обычно излучаемый свет континуален, а квантуется лишь при поглощении веществом [2, с. 12–13], что согласовывалось и с базовыми положениями квантовой механики и с общепринятым определением Международного Светотехнического словаря: «**ФОТОН** – элементарная частица излучения, энергия которой (КВАНТ) равна произведению постоянной Планка и частоты электромагнитного излучения» [5, с. 19].

Что же получается, если принять во внимание полученные выше данные ТФ в их интерпретации по ИМИ и ИМАП? Можно ли полагать, что одновременно фотон – единица излучения Z , а квант – количество фотонов Z_n ? Учитывая эти свойства фотона, следует ли различать понятие фотона и кванта энергии излучения с введением их релевантной формализации, поддающейся верификации по Попперу. И не остаемся ли мы тогда в метафизическом представлении фотона, горячо осуждаемом Д.Н. Клышко?

Предположим, излучение электромагнитного поля состоит из фотонов Z , энергия которых поэтому может принимать лишь дискретный ряд значений, кратный неделимой порции – одному кванту Z . С другой стороны, если фотон – единица света (оптической области электромагнитного поля), а квант – количество фотонов, согласно табл. 3 и зависимости $Z(q, \phi)$ в табл. 4, то с позиций информационного подхода это выглядит следующим образом. «Фотон» – как элементарная частица электромагнитного поля – имеет определенную энергию в ИМИ, тогда под «квантом» должна пониматься энергия фотона, преобразованная в ИМАП по равенству ИМК:

$$E = h\nu = ch/\lambda = Z\phi/q, \quad (7)$$

где q и Z выявленные выше порядковые номера в октаве (периоде) и во всей оптической области, соответственно, λ – длина волны, ϕ – угол проекции ИМИ на ИМАП, c – скорость света.

При допущении же, что фотон – излучение источника с энергией $h\nu$ и единицей измерения эВ, а квант – «угол» его падения на проекцию/атом, измеряемый в радианах, оказалось справедливым равенство (4), которое естественным образом включило и количество Z , и качество q фотонов, релевантных соответствующим параметрам электронов как самосогласованных кодов переработки информации. Поскольку в I октаве $1\text{эВ} = 1\text{рад}$, а в последующих – релевантным значениям по (4), то и с позиций теории размерностей были подтверждены элементарные принципы квантования

излучения $Z=qE/\varphi$ с релевантным построением ИМК как функции ИМИ(ТФ) и ИМАП(ТФ).

Строго говоря, с этих позиций фотон и квант оказались разнесенными по физическому смыслу не только количественно, но и качественно. Ибо, если считать h в формуле $E=h\nu$ лишь коэффициентом пропорциональности между континуумами энергии и частоты, то в чем тогда физический смысл их квантования? Только ли в дискретизации $\hbar=h/2\pi$, или могли существовать какие-то натурные пути выявления дискретностей в континуумах энергии и частоты?

Поскольку величины энергии фотона можно было выразить через соотношения между величинами q , Z , φ по формуле

$$E = Z \varphi / q, \quad (8)$$

то подстановка (8) в (7) давала соотношение

$$ch = \lambda Z \varphi / q, \quad (9)$$

откуда

$$h = Z \varphi / q\nu. \quad (10)$$

Верификация полученной октавы: заряд и/или терм атома/молекулы должен быть кратным элементарному заряду и/или терму. А это уже указывало на возможную кратность параметров ТФ с кратностью углов воздействия излучения. Если же величина «начальной» энергии ИМИ $E_I=0,78539$ эВ отвечала углу $\varphi=0,25\pi$, то согласно (8)

$$E_I = 0,25\pi Z / q. \quad (11)$$

Отсюда с учетом того, что для первого члена октавы $q = \varphi_i / \varphi_1 = 1$,

$$E = 0,25\pi Z. \quad (12)$$

Приравнявая (8) и (6), получаем

$$\varphi = 0,25\pi q \quad (13)$$

и

$$Z = 4E / \pi. \quad (14)$$

Отсюда, согласно табл. 4 и 5, вытекает, что, с одной стороны, величина Z является выражением энергии, а с другой – оригинальным квантовым числом, которое последовательно увеличивается на единицу при шаге квантования $0,25\pi$.

Иначе говоря, если ранее квантование осуществлялось с шагом 2π

$$\hbar = h / 2\pi = 0,159 E / \nu, \quad (15)$$

то в ИМИ, согласно (10) и (14), величина квантования

$$\hbar = 0,125 Z / \nu, \quad (16)$$

во-первых, передает целочисленные значения Z количества фотонов, отсутствующие в (15)

$$Z = 1,272E,$$

и, во-вторых, является зависимостью от квантовых чисел, опосредованной (8).

В свою очередь, величина q по формуле (11) показывает качественные отличия фотонов в каждой октаве, согласно величине угла φ

$$q = 4\varphi / \pi, \quad (17)$$

или, согласно табл. 4,

$$q = \varphi_n / \varphi_1. \quad (18)$$

Таким образом, во-первых, величина q является не только порядковым номером узловых точек ТФ в каждой октаве, но и качественным показателем принципа квантования по (16)–(18). При этом, согласно (2), Z включает это качество q с параллельным сохранением свойств количественного показателя

$$q = \varphi Z / E, \quad (19)$$

что позволяет предполагать в семантике q коэффициент трансформации энергии фотона φZ в энергию электрона $E=eU$ как целочисленный угловой коэффициент, согласно (5), (11) и (17).

Во-вторых, приведенные в табл. 4 корреляции между величинами ТФ и схемой LS для одноэлектронного атома позволили сопоставить известное соотношение (1) с (19). Отсюда следовало, что размерности $[E]$ и $[Z]$ тождественны, но Z может указывать на число фотонов, численно сопоставимое в ИМАП с главным квантовым числом n в приближении одноэлектронной схемы LS.

И, в-третьих, обращает на себя внимание формула (13), где значение угла замещается частотой ν и величиной энергии кванта (числом Z фотонов), что при подстановке в формулу Планка давало непосредственное подтверждение предыдущего вывода

$$E = h\nu = \varphi_1 Z. \quad (20)$$

ИОНИЗАЦИОННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ НЕЙТРАЛЬНЫХ АТОМОВ

С позиций квантованного поля по критериям (19)–(20), т.е. соответствия энергии и «углов», следовало, что любая октава ТФ образована 8-ю узловыми точками точно так же, как и первые ряды ПСЭ с заполняющимися s и p оболочками, что подтвердилось опытными данными, представленными на рис. 3 для первых потенциалов ионизации (IP) атомов. Ибо, в частности, физический смысл ИМИ/ИМАП был согласован с характером и источника излучения, и атомов, поглощающих это излучение.

Полученные корреляции IP(ТФ) для s и p конфигураций I – IV периодов ПСЭ оказались связанными размерностью энергии благодаря линейной структуре октав, что с помощью коэффициентов корреляции q и n распространялось и на остальные области спектра. Ибо выше были представлены опытные данные, согласно которым критерием проявления максимумов/минимумов излучения в октавах являлось изменение энергии излучения ΔE и/или поглощения его атомом при значениях, которые, с одной стороны, кратны $\Delta\pi$, а с другой, $-\Delta\lambda$.

В самом деле, рис. 3 наглядно показал не только их аналогичность, но и возможность моделирования характеристических свойств атомов по ТФ их взаимодействия при условии точечного характера источника излучения и поглощающего его атома. Однако для элементов IV периода (с заполняющимися d и f оболочками атомов), по-видимому, требовался учет и/или иных углов падения излучения, и/или сечений поглощения атомов, и/или сдвиг октав ТФ, согласно началам заполнения оболочек, что, вообще говоря, согласовывалось и с известными расчетами d и f орбит нейтральных атомов [4, с. 320; 14, с. 43].

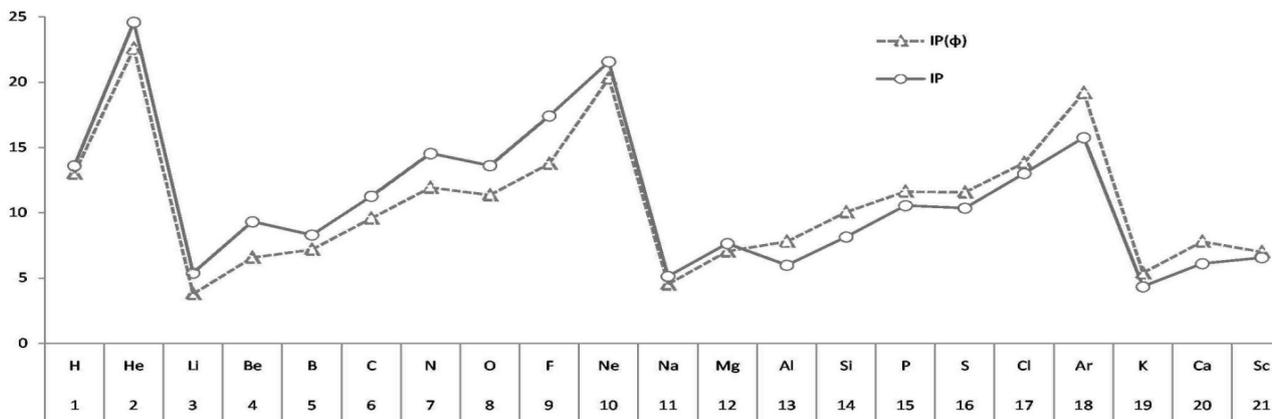


Рис. 3. Корреляция между ионизационными потенциалами атомов IP и функцией $IP(\phi) = 2\phi(0,5L-1)/n + \sum n, l, s, j$. Ось абсцисс – символы элементов ПСЭ и их порядковые номера; ось ординат – значения энергии, эВ. Величины IP приведены по [15, с. 419].

С этих позиций оказались объяснимыми и размерностные соответствия энергии и угла падения излучения ($1\text{эВ}=1\text{рад}$), поскольку во всех формулах ТФ фигурировали не абсолютные значения энергии, а относительные, т.е. их изменения относительно изменений по длине волны. Ибо выше были представлены опытные данные, согласно которым критерием проявления максимумов/минимумов излучения в октавах являлось изменение энергии излучения ΔE и/или поглощения его атомом IP при значениях, которые, с одной стороны, кратны $\Delta\pi$, а с другой – $\Delta\lambda$.

Итак, приведенные данные позволяют полагать, что характеристическим свойством информации следовало считать именно содержание сообщения в совокупности с адекватным методом его обработки. Как мы видели выше, именно таким свойством оказались наделены рекурсивные функции ТФ, включавшие в себя одновременно семантику самосогласованных кодов источника и приемника излучения (информации). Благодаря этим свойствам было показано, что дискретизация светового континуума как самосогласование кодов интерпретатора, т.е. метода дискретизации (n, q, Z, ϕ) и данных континуума ($E=h\nu$) позволяло проводить квантование и света, и вещества, по крайней мере, для первых периодов ПСЭ.

Поскольку данные тезисы можно верифицировать и в эксперименте с фотонами, поляризованными под углами 0, 45, 90, 135 градусов, то попперовский принцип окажется совместим и требованиями Д.Н. Клышко, убежденного в необходимости разграничить *квантовую физику*, для которой характерно непрерывное плодотворное взаимодействие между экспериментами и математическими моделями, и бесплодную, преимущественно вербальную, *квантовую метафизику*, не контролируруемую экспериментами, но претендующую на глубокое описание квантовых явлений. «Физика как экспериментальная наука не может, по-видимому, обойтись без критериев типа принципа фальсифицируемости Поппера или операциональной определяемости Бриджмена (хотя бы для некоторых ключевых понятий)» [1, с. 1189].

Если же такими понятиями оказались полученные выше операциональные определения для квантовых

чисел ТФ, которые могут оказаться релевантными и при описании многоэлектронных атомов, то они без сомнения должны подвергнуться принципу фальсифицируемости, как это представлено на рис. 3 и 4.

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ АТОМНЫХ ТЕРМОВ

Понятие «спектроскопия» обычно включает аналитический метод, основанный на разделении электромагнитного излучения по длине волны λ , т.е. по энергии излучения/поглощения $E = ch/\lambda$. Если же произведение $\lambda E = ch = \phi Z = const$, то – с учетом семантического разнесения энергии фотона $E_\phi(Z)$ и кванта как количества фотонов Z_n – произведение $\lambda_{at}(Z) \cdot E_\phi(Z)$ должно показывать линейную зависимость от Z_n как характеристической величины ТФ

$$Z_n = f[\lambda_{at}^n(Z), E_\phi^n(Z)], \quad (21)$$

где Z_n – включающий количество фотонов порядковый номер терма в серии Лаймана, т.е. наблюдающейся в поглощении; λ_{at}^n – длина волны перехода, соответствующая по Z_n релевантной энергии ТФ $E_\phi^n(Z)$.

Поскольку функция $E_\phi(Z)$, согласно (11) и (12), определялась самосогласованным кодом данных фотона $E_\phi(Z)$ и метода их обработки в атоме произведением $\lambda_{at}(Z) \cdot E_\phi(Z)$, то должна была наблюдаться информация о группе термов, релевантных квантовым числам по табл. 3 и 4.

$$Z_n = 1 + (\lambda_{at}^n E_\phi^n - b) / a, \quad (22)$$

где a и b – эмпирические коэффициенты, которые в современном варианте модели Бора коррелируют с постоянными экранирования σ в LS схеме [4, с. 197], ибо также пропорционально растут с увеличением Z в каждой группе ПСЭ.

Это, в свою очередь, позволило полагать обоснованным проведение корреляции между свойствами ТФ и атомных термов, что было подтверждено опытными данными, представленными для примера на рис. 4 для известных термов нейтральных атомов H, He, Li.

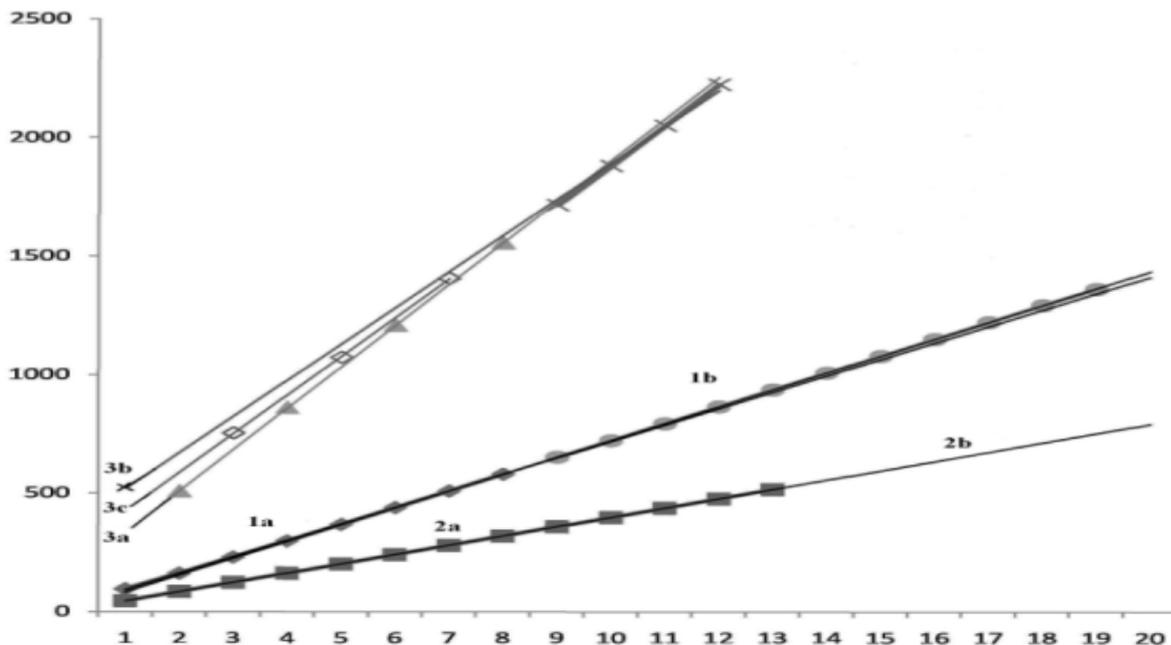


Рис. 4. Регрессия $\lambda_{at}(n) \cdot E_{\varphi}(n)$. 1 – термы H: а – $P_{3/2}$, б – $P_{1/2}$; 2 – термы He: а – известные, б – экстраполяция; 3 – термы Li: а – $P_{3/2}$, б – $P_{1/2}$, с – $D_{3/2}$. Абсцисса – (Z_n-1) , ордината – значения функции $\lambda_{at}(n) \cdot E_{\varphi}(n) - b$, нм·эВ. Величины термов приведены по [16, с. 73–81].

Поскольку IP, по существу, являлись пределом T_n , где электрон выходил за границы кулоновского поля ядра, то данная регрессия позволяла, во-первых, аппроксимировать значения высоколежащих термов вплоть до потенциалов ионизации атома, и, во-вторых, разделять термы по величинам полных моментов $J=L+S$ электронной оболочки атома. Ибо «квантовая оптика часто имеет дело с линейными проблемами, что упрощает ее сопоставление с классическими моделями» [1, с. 1189].

Как следовало из этого сопоставления, ИМАП оказывалась полностью соответствующей известному описанию атома, но, что существенно, детализировало его по φ в 8 раз с адекватным сохранением свойств атомных систем. Так, в частности, соотношение между длиной волны атомного терма $\lambda_{at}(Z)$ и релевантной по Z энергией ИМК $E_{\varphi}(Z)$ показывало неизвестную ранее линейную регрессию $\lambda_{at}(Z) \cdot E_{\varphi}(Z)$ как функцию квантовых чисел Z_n и J , представленную на рис. 4 для атомов H, He и Li.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, новый подход для построения информационных моделей излучения (ИМИ), квантования (ИМК) и атомного поглощения (ИМАП) связал проекцию естественных источников света и поглощающих это излучение атомов благодаря зависимостям между световыми и тригонометрическими функциями (ТФ).

Данное положение было подтверждено полученной корреляцией между тригонометрическими функциями и ионизационными потенциалами нейтральных атомов с заполняющимися s и p оболочками, а также верификацией информационной связи между атомными термами и узловыми точками ТФ путем

проведения линейных регрессий, позволяющих давать достоверные предсказания неизвестных термов и/или их классификации. Выявленная корреляция между континуумом оптической области и ее октавами в ИМИ позволила предположить возможность разработки новых принципов квантования, поскольку между фотоном и квантом энергии оказалось количественное соответствие «углов» и энергий в ИМК и ИМАП, благодаря чему представлена потенциальная альтернатива одноэлектронной классификации многоэлектронных атомов.

В частности, тригонометрия излучения естественного источника света позволила уточнить пределы видимой области спектра (395–789 нм) с выводом четкой границы между «теплыми» и «холодными» цветами, т.е. выявить природное единство законов физики и психофизики цветового восприятия света.

Показательно, что зависимость $J(\varphi)$ для дублетных термов атомов водорода и лития показала релевантный «разрыв» именно в области $Z=8$ «сменой» термов $np^2P_{3/2}^0$ на $8p^2P_{1/2}^0$. Отсюда непосредственно вытекает, что для регрессии $\lambda_{at}(ТФ)$ существует методика верификации – предсказанные по этой регрессии высокие мультиплетные термы могут быть получены экспериментальным путем вне каких либо принципов неопределенности.

Если же в информационных моделях спектроскопии речь идет исключительно о функциях и/или связанной информации, то речь не может идти ни о структуре, ни о механических частицах и/или их взаимодействии в согласии с этим принципом. Ибо в ИМИ, ИМК и ИМАП нет вероятностей (фактор статистики), а есть строгая воспроизводимость (критерий науки).

О каком *принципе неопределенности* может идти речь в спектроскопии, если λ , и $E(I)$ всегда и во всем строго воспроизводимы при заданных граничных условиях. Для квантовой механики этот принцип, быть может, и существенен, ибо *вероятность коррелирует с неопределенностью*. И это вполне обоснованно для механических (структурных) параметров как характеристик онтологически материального плана для их верификации в плане идеальном, но никак не может быть адекватным для идеального плана характеристической информации, которую представляют узловые точки ТФ онтологически идеального плана света.

В связи с этим остается вспомнить мысли Л. Витгенштейна и/или Н. Бора с их поистине научным мировоззрением относительно «слов» и «реальности», или, как мы видели, в частности – «одноэлектронного приближения» и многоэлектронных атомов. Безусловно, полученные выше соотношения и эмпирические корреляции ИМИ, ИМК и ИМАП требуют дальнейшей разработки и обдумывания того, каким путем можно наиболее безболезненно перевести классификацию одноэлектронного приближения на язык многоэлектронного атома и т.д. и т.п.

При этом всегда следует учитывать необходимость верификации полученных информационных моделей, чтобы не скатываться в метафизический раздел квантовой механики, как это неоднократно оговаривает Д.Н. Клышко. Ибо «основными критериями при сравнении достоинств альтернативных языков являются, очевидно, возможность предсказания новых эффектов, способность к объединению, классификации и систематизации явлений, универсальность, компактность, простота, наглядность» [1, с. 1212].

Можно полагать, что дальнейшее изучение ИМИ, ИМАП и ИМК создаст мощный инструментарий для иных оптических корреляций и/или информационных моделей, которые смогут привести и к построению новых теорий в оптике. В сочетании с полученными здесь результатами это может внести определенный вклад в будущие разработки информационной интерпретации понятия «фотон» в представлениях квантовой оптики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клышко Д.Н. Квантовая оптика: квантовые, классические и метафизические аспекты // Успехи физических наук. – 1994. – Т. 164, № 11. – С.1187–1214.
2. Мешков В.В. Основы светотехники. Ч. 1. – М.: Энергия, 1979. – 368 с.
3. Ходанович А.И., Сорокина И.В., Соколов Д.А. Оптико-механическая аналогия // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования». – 2015. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/125-r20101>.
4. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 896 с.
5. Международный светотехнический словарь / ред. Д.Н. Лазарев. – М.: Русский язык, 1979. – 280 с.; International lighting vocabulary // Publication CIE. – 1970. – 1. 1. № 17. XI. – 359 p.
6. Информатика / ред. С.В.Симонович и др. – СПб.: Питер, 2000. – 640 с.
7. Wittgenstein L. Remarks on colour. – Berkeley: University of California Press, 1977. – 64 p.
8. Petersen A. The Philosophy of Niels Bohr // Niels Bohr. A centenary volume / eds. A.P. French, P.J. Kennedy. – Harvard: Harvard University Press, 1985. – P. 299–310.
9. Timpson C. Information, Immaterialism, Instrumentalism: Old and New in Quantum Information. 2007. – URL: http://users.ox.ac.uk/~bras2317/iii_2.pdf.
10. Мамчур Е.А. Информационно-теоретический поворот в интерпретации квантовой механики // Вопросы философии. – 2014. – № 1. – С. 57–71.
11. Серов Н.В. Светоцветовое определение информации // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2001. – № 12. – С. 1–3; Serov N. V. Data definition by color // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. – 2001. – Vol. 35, № 6. – P. 36–38.
12. Хантли Г. Анализ размерностей. – М.: Мир, 1970. – 176 с.; Huntley H.E. Dimensional analysis. – N.Y.: Dover Publ., Inc., 1967. IX. – 158 p.
13. Раутиан С.Г., Яценко А.С. Диаграммы Гроттриана // УФН. – 1999. – Т. 169, № 2. – С. 217–220.
14. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.; Schmidt W. Optical Spectroscopy in Chemistry and Life Sciences. – Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co, 2005. – 384 p.
15. Таблицы физических величин / ред. И.К. Кирилин. – М.: Атомиздат, 1976. – 1008 с.
16. Стриганов А.Р., Свентицкий Н.С. Таблицы спектральных линий. – М.: Атомиздат, 1966. – 900 с.

Материал поступил в редакцию 22.01.16.

Сведения об авторе

СЕРОВ Николай Викторович – кандидат химических наук (спектроскопия), доктор культурологии (семантика цвета), профессор, Оптическое общество им. Д.С. Рождественского, Санкт-Петербург.
e-mail: n.serov@gmail.com

Регулярная многозначность глаголов речевого действия*

Глаголы речи характеризуются особым набором типов регулярной многозначности. Описываются основные типы регулярной многозначности глаголов речи. Инструментом анализа является Национальный корпус русского языка (<http://ruscorpora.ru/>).

Ключевые слова: глаголы речи, ментальные глаголы, регулярная многозначность

Глаголы речи – очень многочисленный тематический класс. В Национальном корпусе русского языка он насчитывает 750 единиц (см. Приложение). Глаголы речевого действия составляют его подкласс: не являются глаголами речевого действия глаголы, принадлежащие к акциональному классу деятельности, типа *беседовать, шептаться*. Глаголы речевого действия обычно парные – по крайней мере на семантическом уровне; так, у глагола *утверждать* отсутствие пары объясняется его церковнославянским происхождением – на семантическом уровне парный глагол совершенного вида (СВ) к *утверждать* предполагается.

В классе глаголов речевого действия усматривается следующий набор типов регулярной многозначности [1] (и семантической деривации [2, 3]).

Тип I: 'речь' – 'мнение'

Эти два значения совмещаются, например, у глаголов *осуждать* и *обвинять*. В примере (1а) контекст ясно показывает, что речь идет о мнении, которое не выражено словом *осуждать*. Между тем в примере (1б) выступает речевое значение *осудить*. Существенно, что в ментальном значении фигурирует несовершенный вид, а в речевом – совершенный.

- (1) а. – Умаял, убил, – говорит она, показывая бабке, которая высовывается из кухни, что она жалеет меня и *осуждает* дедушку. [Фазил Искандер. Дедушка (1966)]
б. Он не задал ни одного вопроса, не одобрил и не *осудил* доклад Крымова. [Василий Гроссман. Жизнь и судьба, часть 2 (1960)]

Аналогично с глаголом *обвинять*. В настоящем времени несовершенного вида (НСВ) это глагол мнения, см. (2а), и в прошедшем тоже, см. (2б, в).

- (2) а. Скажи мне, в чём ты *обвиняешь* евреев, и я скажу, в чём ты сам виноват. [Василий Гроссман. Жизнь и судьба, часть 2 (1960)]
б. Теперь, тоскуя, он находил облегчение в том, что *обвинял* Людмилу. Он постоянно и неотступно думал о матери. Он думал о том, о чём никогда не думал и о чём его заставил думать фашизм, – о своём еврействе, о том, что мать его еврейка. Он в душе упрекал Людмилу за то, что она холодно относилась к его матери. [Василий Гроссман. Жизнь и судьба, ч. 1 (1960)]
в. Может быть, они найдут оправдания поступкам, в которых до сей поры *обвиняли* человека, уже не имеющего отныне ничего общего с здешним миром: мы почти всегда извиняем то, что понимаем. [М.Ю. Лермонтов. Герой нашего времени (1839–1841)]

Но у парного глагола СВ *обвинить* в (3а) речевое значение, а в (3б) – ментальное:

- (3) а. На семинаре по Канту <Маруся> *обвинила* философа в недооценке им работ Ленина. [Анатолий Азольский. Лопушок // «Новый Мир», 1998]
б. В упрямстве ключика его семья *обвинила* девушку, с которой ключик не хотел расстаться. [В.П. Катаев. Алмазный мой венец (1975–1977)]

Глагол *противопоставлять* имеет диффузное – речевое и ментальное – употребление, как в совершенном, так и в несовершенном виде:

- (4) а. Но почему же соратник, ближайший друг Командора, комфут, вдруг ни с того ни с сего

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФНФ, грант № 14-04-00604а.

каким-то таинственным образом *противопоставил* судьбы этих двух, таких разных, гениев? [В.П. Катаев. Алмазный мой венец (1975–1977)]

б. «Прадед Никита был очень хороший», – учила мать и *противопоставляла* прадеда бабке Вере с её легкомысленным заветом «Бог даст день». [Эдуард Лимонов. У нас была Великая Эпоха (1987)]

Исходным у глаголов *осуждать*, *обвинять*, *противопоставлять* является значение мнения – речевой компонент «выражение мысли» навязывается контекстом; обычно в совершенном виде. Такая же неоднозначность у *различать*, *расценивать*, *упрощать*. Так, фраза *Вы упрощаете!* – это реакция на некое речевое высказывание; но исходное значение глагола *упрощать* ментальное. То же для *указывать*, *настаивать*, *согласиться*. Вторичность речевого употребления проявляется в несовместимости глагола *настаивать* с обстоятельством места: **Он всюду настаивает, что ему нужно помещение*.

У глагола *согласиться* в (5а) ментальное употребление, а в (5б) – речевое. В (5б) присутствует обстоятельство времени *на днях* – у глаголов речи, акциональных, сочетаемость с обстоятельством времени и места вытекает из таксономической категории, т.е. акционального класса.

(5) а. Вы сами поймёте и *согласитесь*, что в интересах дела не надо торопиться!.. [Александр Солженицын. В круге первом, т. 1, гл. 1–25 (1968) // «Новый Мир», 1990] = ‘придете к <тому же> мнению’

б. А на днях художник Борицкий – вот тот, что пишет мой портрет, – согласился, что я была права и что художники об этом давно знают. [А.И. Куприн. Гранатовый браслет (1911)] = ‘высказал мнение’

Аналогично обстоит дело с глаголами *сопоставить*, *противоречить*, *сравнить*, *уподобить*, *найти*, *обнаружить*, *показать*, *счесть*, *предпочесть* и их имперфективами. Если говорящий – например, лектор – нечто *предпочел*, можно сказать, что он высказал предпочтение.

Глагол *утверждать* не имеет парного перфектива; но имеет как речевое, так и ментальное значение: говорит, но и считает тоже; утверждение – это не только высказывание, но и пропозиция.

У глагола *отозваться–отзываться*, совмещающего значения ‘речь’ (*Я звал – он не отозвался*) и ‘мнение’, речевое значение первично, что видно из естественности совершенного вида в *Иванов хорошо отозвался о вашей работе* = ‘высказал положительное суждение’.

Глагол *соболезновать* означает ‘произносить слова сочувствия’, т.е. имеет ингерентный речевой компонент; однако допускает употребление в значении ‘сочувствовать’:

(6) Просила прощения. Сказала, что *соболезнует* и всё такое... [Вера Белоусова. Второй выстрел (2000)]

У *выбираю* есть перформативное употребление (ср. пример Ю.Д. Апресяна *Я выбираю свободу*), где к ментальному значению естественно добавляется речевой компонент.

Есть нерегулярная многозначность у слова *переключаться*: а) ‘переговариваться’ – глагол речи; б) ‘иметь сходство’ – глагол свойства.

Тип II: ‘сказать’ – ‘побудить’

Этот тип многозначности свойствен глаголу *сказать*:

- (1) а. *сказал*, что остается [= ‘сказал’];
б. *сказал* остаться [= ‘побудил’].

Например:

- (2) Перед входом в камеру обыскали. *Сказали* сдать шинель с ремнём. [Олег Павлов. Карагандинские девятины, или Повесть последних дней // «Октябрь», 2001]

Имеется безусловная корреляция между значением побуждения и подчиненным инфинитивом, см. (1), (2).

Та же многозначность у глагола *напомнить*: в (3а) *напомнить* – глагол речи, в (3б) – каузатив ментального.

- (3) а. Он мне *напомнил*, что сегодня воскресенье [= ‘сказал, заставив вспомнить /думать о’];
б. Она *напомнила* мне мать [= ‘побудила, заставила думать о’].

Приведем примеры из Корпуса:

- (4) а. – Сделай мне, – говорит, – такую любезность. *Напомни* содержание «Войны и мира». Буквально в двух словах. [Сергей Довлатов. Виноград (1990)]

б. Хриплое дыхание оборвалось перепончатым странным звуком, *напомнившим* собачий лай. [Ирина Муравьева. Мещанин во дворянстве (1994)]

Побудительный компонент может накладываться также на семантику глагола *спрашивать*:

- (5) а. *спрашивать* <что у кого> [= ‘говорить, имея в виду получить ответ’];

б. *спрашивать* <что с кого> = ‘требовать ответа действием’.

- (6) а. Чем меньше округ, тем больше у людей шансов *спросить* с депутата за его работу. [Сергей Татаренков. Еще одна рука Москвы (2002) // «Дело» (Самара), 2002.06.02]

б. Но уже на полпути *спросили* с меня деньги. [Владимир Маканин. Андеграунд, или герой нашего времени (1996–1997)]

в. И если к нам прилетят люди с далеких звезд, то они очень строго *спросят* с землян за Гагарина, сделавшего первый шаг навстречу звездам. [Ю.М. Нагибин. Из «Рассказов о Гагарине» (1979)].

Тип III: ‘сказать’ – ‘сделать’

Проще всего продемонстрировать эту многозначность на слове *повторить*. Поскольку *сказать*, в принципе, тоже значит сделать нечто (ср. остиновское *How to do things with words*), семантическую деривацию от «сказать еще раз» к «сделать еще раз» можно квалифицировать как **деспецификацию** значения.

- (1) а. *повторить* <сказанное> [= ‘сказать еще раз’];
б. *повторить* действие [= ‘сделать еще раз’].

Примеры из Корпуса (в (2а) *повторить* является глаголом речи, в (2б–г) – нет):

- (2) а. Меня усадили рядом с ней и *повторили*, что я понятой. [Ю.О. Домбровский. Хранитель древностей, часть 2 (1964)]
б. Хочется *повторить* обход, то удаляясь, то приближаясь ко храму. [Николай Борисов. Тернистый путь к благолепию // «Наука и религия», 2011]
в. Держу пари, что ты первый клиент в истории этой забегаловки, попросивший *повторить* заказ. [Н. Леонов, А. Макеев. Ментовская крыша (2004)]
г. Мы с Ватаном *повторили* упражнение несколько раз без перерыва – что называется, «в темп». [Вальтер Запашный. Риск. Борьба. Любовь (1998–2004)]

Более сложное соотношение между значениями у глагола *подтвердить*.

- (3) а. *подтвердить* приказ [= ‘еще раз сказать, что Р’];
б. *подтвердить* право [= ‘сделать нечто, подтверждающее Р’].

Подтвердить 1 – сказать нечто, свидетельствующее о правильности сказанного ранее (*подтвердил свои показания, подтвердил приказ*).

Подтвердить 2 – сделать нечто, свидетельствующее о правильности, наличии, совершении чего-либо (*подтвердил звание, получение*).

Значение 2 получается из значения 1 в результате двух деспецификаций:

- 1) сказал ⇒ сделал
- 2) свидетельствующее о правильности сказанного ранее ⇒ свидетельствующее о правильности, наличии, совершении чего-либо.

Примеры из Корпуса:

- (4) а. И вот мировое научное сообщество *подтвердило существование* «нашего» озера. [коллективный. 10 поводов для гордости // «Русский репортер», 2012]
б. Президент Франции Франсуа Олланд в пятницу *подтвердил участие* французского контингента в военной операции против боевиков-исламистов в Мали. [коллективный. Форум: Боевые действия в Мали (2007)]

К тому же типу можно отнести неоднозначность слова *ответить*.

- (5) а. *ответить* [= ‘сказать’];
б. *ответить за* [= ‘понести наказание’].

Тип IV: деагентивация

Например:

- (1) а. Он *грозил* мне судом [агентивное значение];
б. Разговор *грозил* перейти в драку [результат деагентивации].
(2) а. Он мне *отвечает* [агентивное значение];
б. Диссертация *отвечает* требованиям ВАК [= ‘соответствует’].

Данный семантический переход продуктивен в разных языках. Например, то же совмещение значений у англ. *threaten* и у фр. *menacer* ‘угрожать’.

Примером глагола речи, допускающего деагентивное употребление, является *подтвердить*.

Подтвердить 2 – сделать нечто, свидетельствующее о правильности, наличии, совершении чего-либо (*подтвердил звание, получение*).

Подтвердить 3 – когда речь идет о том, что произошло нечто, свидетельствующее о правильности, наличии, совершении чего-либо (*проверка подтвердила*).

- (3) *Встреча подтвердила* совпадение взглядов по большинству вопросов. [С.В. Лавров. Интервью российским СМИ по итогам Международной конференции по Афганистану (2004) // «Дипломатический вестник», 2004.05.25]

Другие примеры глаголов речи, допускающих деагентивное употребление, – *доказать, опровергнуть, определить, напомнить, просить* (*Физиономия просит кирпича* = ‘кирпич желателен’), *требовать* (*Обувь требует ремонта* = ‘ремонт необходим’), *повторять, подчеркивать* (в НСВ – в основном, состояние; в СВ – речевое действие, но в принципе оба значения возможны в обоих видах: *Он подчеркивает – Композиция подчеркивает главную мысль произведения*), *приглашать* (в значении ‘провоцировать’), *угрожать, извинять* (как в *Это тебя отчасти извиняет*), *обещать* (*Урожай обещает быть высоким*), *сулить, таить* (ср. у Пушкина: *От старой графини таили смерть ее ровесниц* и *Все, что нам гибелью грозит, / Для сердца смертного таит / Неизъяснимы наслажденья*), *предупреждать, свидетельствовать, показать* (речевое значение ‘дать показания’) и др.

Этот семантический сдвиг допускают многие глаголы речи, но все-таки не все. Например, он невозможен для *уговаривать*, у которого имеется неподдаваемый речевой компонент, ср. *Это убеждает и *Это уговаривает*.

Тип V: мена диатезы <Автор-Субъект> ⇒ <Текст-Субъект>

- (1) а. Он *подтвердил в письме* свое согласие;
б. *Письмо подтвердило* его согласие.
(2) а. *В своем романе* он *описывает* андеграунд;
б. *Его роман описывает* андеграунд.
(3) а. Он *оговаривает* это *в примечании*;
б. *Его примечание* это *оговаривает*.

Как показано в статье [4], в ситуации речи всегда есть участник Текст (= Речевое произведение), быть может, инкорпорированный; диатеза <Текст-Субъект> (как в англ. *the label reads* ‘наклейка гласит’) выводит его на поверхность. Верно и обратное – можно считать, что у каждого текста есть автор, в частности, коллективный – у текстов типа мифа или легенды. Отсюда множество глаголов, которые могут иметь субъектом и текст, и автора, т.е. субъекта речи. Таков, например, глагол *предписывать*:

- (4) а. он *предписывает* <Автор-Субъект>;
б. правило *предписывает* <Текст-Субъект>.

Примеры из Корпуса (в (5а) автор предписания субъект, в (5б) – текст):

- (5) а. древнекитайские лекари *предписывали* гранатовый сок при желудочно-кишечных расстройствах. [Алла Дружинина. Плоды запоздалые (2002) // «Семейный доктор», 2002.12.15]
б. Обычай *предписывает* мужчине, войдя в жилое помещение, снимать головной убор...

[И. Грекова. В вагоне (1983)]

Ср. глагол *говорить* (в примере (6а) *источник* – это человек):

(6) а. Мой источник *говорит*, что боевики могут объединиться с русскими, если на нас снова нападет кто-то вроде Гитлера. [Марина Ахмедова. Понять дракона // «Русский репортер», № 3 (181), 27 января 2011]

б. А Коран *говорит*: Аллах кому хочет, тому и помогает. [Герман Садулаев. Когда проснулись танки (2010)]

в. И легенда *говорит* о том, что Стенька приказывает убить всех женщин, чтобы умили-вить Каспий. [Александр Иличевский. Перс (2009)]

г. Библия *говорит*: око за око, зуб за зуб. [Сергей Есин. Маркиз Астольф де Кюстин. Почта духов, или Россия в 2007 году. Переложение на отечественный Сергея Есина (2008)]

Аналогично для глаголов *воспеть*, *воспроизвести*, *изобразить*, *восславить*, *высмеять*, *извратить*, *изложить* (только в НСВ), *очернить*, *разоблачить*, *разъяснить*, *смешать*, *сообщить*, *уточнить*, *упомянуть*, *сравнить*.

Примеры из Корпуса:

(7) Сказка *воспева*ет по преимуществу богатырей, героев и витязей. [Ф.И. Буслаев. Эпическая поэзия (1851)]

(8) а. Но и то и другое стихотворения *изобража*ют сцену накануне распятия. [И. А. Бродский. Примечание к комментарию (1992)]

б. Картина *изобража*ет святого Иеронима в религиозном экстазе. [Г.А. Газданов. Возвращение Будды (1950)]

в. Портрет *изобража*ет Данзаса, лицейского товарища Пушкина и его секунданта на роковой дуэли. [В. Ф. Ходасевич. О пушкинизме (1932)]

г. Декорация последнего действия *изобража*ет громадный корабль, затертый в льдах. [К.С. Станиславский. Моя жизнь в искусстве (1925–1928)]

(9) а. Газета *излага*ет последнюю лекцию Жуи, и становится ясной причина успеха лекций. [Ю.Н. Тынянов. Французские отношения Кюхельбекера (1939)]

б. Статьи *излага*ют лишь прошлое. О настоящем положении печати в Польше газеты, по понятным соображениям, молчат. [неизвестный. 250-летний юбилей польской печати (1911.01.04) // «Русское слово», 1911]

(10) а. В третьем фильме Блэйда очерняют и доводят до ручки, а там Джокер *очерняет* Бэтмена и доводит его до белого каления... [коллективный. Форум: Блэйд (трилогия) Blade (2008–2010)]

б. Третий фильм *очерняет* Блэйда.

(11) а. Газета *разоблача*ет козни Мобуты и Чомбы. А я разоблачаю мамины козни: под кусок постной ветчины на бутерброде она подкладывает мне сало. [Георгий Полонский. Дайте мне человека... (1961)]

б. «Сионские Протоколы» *разоблача*ют вообразимую тайну еврейства – тайну все-

мирного заговора еврейства против всего остального человечества. [В.Л. Бурцев. Протоколы сионских мудрецов – доказанный подлог (1938)]

(12) а. Позицию авторов письма *разъясня*ет нашим читателям Сергей Глазьев. [Широкая коалиция патриотов (2003) // «Нижегородские ведомости», 2003.01.15]

б. Прежде всего, этот миф *разъясня*ет нам, что такое грех с христианской точки зрения. [Б.Б. Вахтин. Человеческое вещество? (1950–1980)]

(13) Далее, русская летопись *смешива*ет Русь с Варягами собственно в легенде о призвании князей; но почти во всех других случаях она различает Русь от Варягов и говорит о них как о разных народах. [Д.И. Иловайский. Начало Руси (1876)]

(14) а. Граф *сообща*ет, что обоих сыновей отдаёт на алтарь Отечества. [А. Колосова. Усадьба Валуево и её владельцы // «Наука и жизнь», 2008]

б. Хотя исторические хроники *сообща*ют о случаях полного замерзания Чёрного моря. [Ю.Н. Карпун. Природа района Сочи (1997)]

в. Письменные источники *сообща*ют, что в древних государствах Индостана каждый из правителей содержал несколько сотен слонов. [Евгений Машенко. Слоны и люди: драматическая история // «Наука и жизнь», 2009]

(15) В 1927 году 45-летний Чарлз Рутенберг неожиданно умер: аппендицит, перитонит (Большая советская энциклопедия *уточня*ет, что умер в тюрьме). [Сергей Мехов. Переметчик (2003) // «Совершенно секретно», 2003.04.03]

(16) а. Дневник *упомина*ет допрос 14 июня, но в протоколах следствия про него не говорится. [Пол Бушкович. Мне отмщение... // «Родина», 1999]

б. Зачем сказка *упомина*ет и тут про сон Ивана? [Ольга Щербинина. Богатырский сон и живая вода // «Родина», 1997]

(17) а. Некоторые газеты *сравнива*ют Гоголя с Мольером. К сожалению, комедия была поставлена в виде фарса. [неизвестный. Вести (1907.03.10) // «Русское слово», 1907]

б. Притязание Юрия, помыслившего незаконно о великом княжении, послание *сравнива*ет с грехом праотца Адама, возмевшего желание «равнобожества», внушенное сатаной. [В.О. Ключевский. Русская история. Полный курс лекций. Лекции 18–29 (1904)].

Тип VI: от устной речи к произвольному способу выражения (письменному тексту, рисунку, неречевому звуку и пр.)

Возникает семиотическое значение самого общего соответствия между означающим и означаемым, в частности, многозначность ‘речь’ – ‘речевой жест’, ср. *грозить* и *грозить пальцем, кулаком*.

Из этого рода неоднозначности было принято во внимание только расширительное значение глагола

говорить. Когда говорится *Аристотель говорит*, имеется в виду не то, что он говорил в своих лекциях, а скорее то, что написано в его сочинениях.

(1) а. Аристотель *говорит*, что начало философии есть удивление. [Б.П. Вышеславцев. Значение сердца в религии // «Путь», 1925]

б. Аристотель *говорит*, что любовь преимущественно укореняется через зрение.

[К.Д. Ушинский. Человек как предмет воспитания. Опыт педагогической антропологии (1867)].

Таковы основные типы регулярной многозначности глаголов речевого действия.

К нерегулярной можно отнести многозначность глагола *вызвать*. Связь между значениями у глагола *вызвать* на первый взгляд кажется уникальной (используется описание значений *вызвать* в словарях Ушакова и АСРЯ; *вызвать* 1 – первое значение, *вызвать* 2 – последнее):

Вызвать 1 = ‘речью (попытаться) побудить выйти и /или прийти’ (*его вызвали к директору*).

Вызвать 2 = ‘иметь следствием’ (*Короткое замыкание вызвало пожар*).

Однако значение 2 получается из значения 1 двумя семантическими сдвигами, каждый из которых в отдельности достаточно широко распространен:

Этап 1: человек *вызвал* = человек сказал нечто, что имело следствием выход откуда-то и/или приход куда-то (*Его вызвал директор*).

Две деспецификации дают:

Этап 2: человек *вызвал* = человек сделал нечто, что имело следствием событие или состояние Р (*Он вызвал замешательство*).

Деагентивация дает:

Этап 3: ситуация Р *вызвала* = произошло нечто, что имело следствием событие или состояние Р (*Короткое замыкание вызвало пожар*).

Спецификации на этапе 1 дают также значения *вызвать*, представленные примерами *вызвать к доске*, *вызвать на дуэль* и пр., которые отмечены в словарях Ушакова и АСРЯ.

Многозначность глагола *говорить* – это тема отдельного исследования [4]. Так, в примере ниже *говорить* имеет значение ‘свидетельствовать’:

(2) Эти утверждения голословны, а отдельные примеры *говорят* скорее об обратном. [Александр Горянин. Загадки крепостного права // «Знание – сила», 2012].

* * *

Глаголы речевого действия обнаруживают весьма характерное поведение по отношению ко всем основным параметрам лексического значения – в плане таксономической категории (агентивность), актантной структуры (инкорпорированный участник Текст) и деривационного потенциала. Отличительной чертой глаголов речи как тематического класса является то, что их общность задается не результатом, а способом действия; отсюда разнообразие иллокутивных целей и само понятие речевого акта. Уникальное свойство глаголов речи, естественно вытекающее из их особого положения в языке, – перформативное употребление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апресян Ю.Д. Лексическая семантика: Синонимические средства языка. – М.: Наука, 1974.
2. Кустова Г.И. Типы производных значений и механизмы языкового расширения. – М.: ЯСК, 2004.
3. Падучева Е.В. Динамические модели в семантике лексики. – М.: Языки славянской культуры, 2004. – URL: <http://lexicograph.ruslang.ru/TextPdf1/PaduDinamMod2004.pdf>.
4. Зализняк Анна А. Словарная статья глагола *ГОВОРИТЬ* // Семиотика и информатика. Вып. 32. – М.: ВИНТИ, 1991. – С. 71–83.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Глаголы речи *

агитировать, акать, анонсировать, аргументировать, аукать, аукаться, ахать, ахнуть, балагурить, балакать, балаясничать, басить, бахвалиться, баюкать, безмолвствовать, безмолвствовать, беседовать, благодарить, благодарствовать, богохульствовать, божиться, болтать, бормотать, бормотнуть, бранить, браниться, браниться, бредить, брехать, брюзжать, бубнить, буркать, буркнуть, бурчать, долбить, велеть, величать, вещать, взаимосогласовать, взгаркивать, взгреть, вздорить, взмаливаться, взмолиться, зывать, витийствовать, возблагодарить, возвестить, возвещать, возгласить, воззвать, возопить, возразить, возроптать, вопиять, вопросить, ворчать, воскликнуть, восхвалять, врать, вскричать, втолковать, втолковывать, выбалтывать, выболтать, выбранить, выбраться, выговаривать, выговаривать, выговорить, выговорить, выговориться, вызвать, вызывать, вызываться, выканючивать, выкликнуть, выклянчить, выкрикивать, выкрикнуть, вымаливать, вымолвить, вымолить, выпалить, выпрашивать, выпросить, выпроситься, выпытать, выпытывать, выражаться, выразиться, выругать, выругаться, высказать, высказаться, высказывать, высмеять, выпрашивать, выпросить, вытребовать, выхвалить, вышутить, галдеть, гаркать, гаркнуть, глаголать, гнусавить, гнусить, говаривать, говорить, говорить, голосить, гомонить, горланить, грассировать, грозить, грубить, гундосить, гутарить, гуторить, дебатировать, декламировать, декларировать, дерзить, диктовать, дискутировать, диспутировать, договаривать, договорить, договориться, дозваться, докладывать, докричаться, долдонить, доложить, доложить, доложиться, донести, донести, допрашивать, допрашивать, допросить, допроситься, допытаться, допытываться, досказать, досказывать, дразнить, жаловаться, журить, забалтываться, заболтаться, заверить, завещаться, заговаривать, заговаривать, заговариваться, заговариваться, заговорить, заговориться, зазвать, зазывать, заклинать

* Глаголы сов. и несов. вида считаются разными словами. Слово может быть упомянуто неоднократно; это значит, что оно имеет более одного значения.

сулиться, съязвить, сыпать, сюсюкать, сюсюкать, такать, талдычить, тарантить, тараторить, тарахтеть, твердить, твердить, теоретизировать, толковать, толковать, торговаться, торговаться, требовать, трепаться, трещать, трубить, трунить, убедить, убедить, уведомить, уверить, увещать, увещевать, уговаривать, уговорить, уговориться, уесть, укорить, уломать, улюлюкать, умалчивать, умолить, умолкнуть, умолчать, умолять, упомянуть, упрашивать, упрекнуть, упросить, урезонить, уславливаться, условиться, утверждать, утверждаться, ухнуть, уязвлять, фыркать, хныкать, хохмить, хрипеть, хулить, цапаться, цедить, цокать, цыкать, чертыхаться, чертыхнуться, честить,

чирикать, шамкать, шепелявить, шепнуть, шептать, шептаться, шикать, шипеть, шипеть, шпынять, шуметь, шуметь, шушукать, шушукаться, щебетать, ябедничать, язвить

Материал поступил в редакцию 02.03.16.

Сведения об авторе

ПАДУЧЕВА Елена Викторовна – доктор филологических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, Москва
e-mail: elena.paducheva@yandex.ru

Машинное обучение с заданными классами: автоматизация разработки отраслевого словаря*

Представлена разработка программного комплекса для автоматизации моделирования терминосистемы. Проект реализован в форме экспертной системы, включившей в себя научный коллектив, терминологическую базу знаний, интерфейс разработчика (ИС «Семограф»), интерфейс пользователя (TSBuilder, TSReader). Автоматизация создания терминосистемы достигнута посредством применения методов интеллектуального анализа данных, а именно деревьев принятия решений и видоизмененного перцептрона Розенблатта.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ текста, нейросетевое моделирование, моделирование терминосистемы, автоматизированная идентификация терминов, автоматизированная категоризация терминов

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью современного информационно-ориентированного общества является интерес к познанию как к процессу и как результату. Как процесс познание исследуется различными науками: философией, психологией, нейробиологией, нейролингвистикой и др. Как результат, познание рассматривается в философии, социологии, когнитивной лингвистике и др. Вероятно, этим обосновано введение когнитивных технологий в разряд критических технологий Российской Федерации [1].

Другой характерной чертой современного общества является стремление его членов к самостоятельному поиску, получению и обработке информации в различных сферах жизнедеятельности. В ответ на запрос общества появляется открытый доступ к специализированной информации, для усвоения и интерпретации которой требуется экспертное знание. Отсутствие такого фонового знания [2] и многоэтапность процесса передачи информации [3] зачастую приводит к искажению исходной информации и, следовательно, к снижению эффективности коммуникации знания. В связи с этим актуальным становится вопрос о необходимости получения эффективных средств оптимизации процесса передачи и усвоения научно-технической информации, позволяющих быстро овладевать актуальными экспертными знаниями.

Получение таких средств возможно в условиях интеграции методов различных наук (в том числе информационных компьютерных технологий, нейробиологии и лингвистики) в исследования проблемы

коммуникации знания. Так, новым направлением в когнитивных исследованиях становится интеллектуальный анализ текста (Text mining), появившийся на стыке нейроинформатики (интеллектуального анализа данных и машинного обучения) и компьютерной лингвистики.

В качестве эффективного инструмента быстрого получения экспертного знания, мы предлагаем рассмотреть электронный отраслевой словарь-тезаурус, базирующийся на корпусных данных и автоматически пополняемый за счет средств машинного обучения.

В настоящей статье представлено описание программного комплекса TSBuilder, позволяющего автоматизировать пополнение отраслевого словаря-тезауруса посредством проведения нейросетевого анализа текста для идентификации и категоризации терминов.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ TSBuilder

Проектирование модуля интеллектуальной идентификации терминов

Программный комплекс TSBuilder (Term System Builder), разработанный научным коллективом Пермского государственного национального исследовательского университета в рамках проекта «Тезаурусное моделирование предметной области компьютерной вирусологии с применением нейросетевых технологий для автоматизации разработки онтологий» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 20166128980), помогает организовать процесс машинного обучения с заданными классами, то есть интеллектуальный анализ текста выполняется на основе контрольного образца, представляющего собой коллекцию категоризированных элементов (терминов). Термин может быть представлен отдельным словом или конструкцией, включающей одно

* Работа выполнена в рамках проекта «Тезаурусное моделирование предметной области компьютерной вирусологии с применением нейросетевых технологий для автоматизации разработки онтологий» при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований 2014-2015 гг. (№14-06-31143).

или несколько слов или символов. Каждому элементу коллекции присвоена категория. Работа программы заключается в идентификации и категоризации уже известных или новых терминов, в состав которых входят леммы (основы, неизменные части) терминов, включенных в коллекцию. Программа определяет одно-, двух- и трехсловные термины.

В качестве основного метода интеллектуального анализа текста для идентификации терминов был выбран метод деревьев принятия решений.

Алгоритм автоматической идентификации терминов имеет следующую последовательность действий.

1. С сервера из базы данных (<http://semograph.com/>) импортируются термины (под термином подразумевается основа слова и тип данного слова (номер его классификации)) и заносятся в список.

2. Вводится текст для нейросетевого анализа.

3. Производится нейросетевой анализ текста:

a) идентифицируется отдельное слово;

b) увеличиваются счётчики координат (в качестве координат имеются два счётчика: первый – номер абзаца, второй – номер слова в абзаце);

c) определяется основа для этого слова (основа слова находится посредством отбрасывания наиболее часто встречающихся приставок, суффиксов, окончаний);

d) основа и само слово сохраняются в бинарное дерево поиска, которое имеет следующий вид:

1) общий вид дерева: дерево списков.

При вставке нового элемента сравнение происходит по основе слова. Больший элемент добавляется в левую ветвь, меньший – в правую;

2) элемент дерева:

- основа слова;
- список слов с этой основой (каждый элемент этого списка включает слово и его координаты в тексте);
- логическая переменная (обозначает является ли эта основа термином (изначально равно значению «ложь»))

Пример дерева, получившегося на данном этапе в ходе работы по созданию базы данных англоязычных терминов предметной области Компьютерная вирусология, изображен на рис. 1.

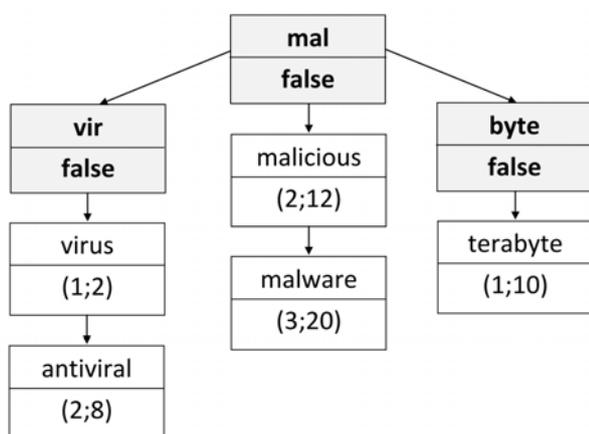


Рис. 1. Пример построения бинарного дерева поиска

4. Для одновременной обработки данных запускается поиск терминов (из 1-го пункта) по дереву. Количество потоков ограничено некоторой величиной N, которая задана сервером (для поиска наилучшей скорости работы). Если основа термина совпала с основой слова в элементе дерева, то логической переменной присваивается значение «истина».

5. После проверки всех терминов, необходимо «восстановить» последовательность слов в тексте в новый упорядоченный список. Делается это следующим образом:

a) производится обход по дереву поиска (т.е. проверяются все его элементы);

b) если у элемента дерева «Логическая переменная» равняется «истине», тогда нужно пройти по всему списку слов данного элемента, занося их в новый упорядоченный список;

c) вставка в список осуществляется следующим образом:

1) необходимо добавить в список слово и его координаты. Для этого начинается последовательная проверка слов с начала списка и сравнение координат каждого элемента с координатами вставляемого слова. Если координаты элемента меньше, то нужно продолжить проверку по списку, если они больше, то нужно остановиться на этом элементе. При обходе нужно сохранять ссылку на предыдущий элемент списка (для последующего анализа);

2) после определения месторасположения слова в списке нужно создать элемент списка и присвоить его переменным значения координаты заданного слова. Далее нужно разорвать связь между элементами списка (любой список состоит из «значения переменных» и «ссылки на следующий элемент»). Необходимо изменить ссылку на следующий элемент у только что созданного элемента на элемент, на котором была остановлена проверка, предыдущему значению списка. «Ссылка на следующий элемент» присваивается новому элементу. Необходимо присвоить созданному элементу в поле «Ссылка на следующий элемент» ссылку на элемент списка, на котором была остановлена проверка. Предыдущему элементу списка в поле «Ссылка на следующий элемент» устанавливается ссылка на элемент, который только что был создан.

6. Далее создается список, в который будут заноситься новые термины, составленные из нескольких слов. В нем также будет храниться длина нового термина и его тип, который будет определяться с помощью нейронной сети.

7. Теперь просматриваются пары слов, уже являющиеся однословными терминами, и в случае, если они стоят друг за другом (последовательные номера в абзаце) и в одном абзаце (совпадают номера абзаца), данная пара слов считается термином и добавляется в список, созданный в пункте 6. В процессе добавления запускается определение типа сложного термина с помощью нейронной сети, которая работа-

ет следующим образом: в нейронную сеть передаются типы двух исходных терминов, сравниваются весовые коэффициенты синапсов для каждого из слов пары (тем самым определяется важность исходных терминов для всего словосочетания), эти весовые коэффициенты для каждой пары типов хранятся в базе данных. Типом словосочетания из двух слов признается тип того термина, весовой коэффициент которого больше. Этот тип записывается в качестве типа конечного термина.

8. Аналогично проверяются все тройки слов в списке. Если они в одном абзаце и последовательны, то добавляется новый термин и запускается нейронная сеть. Парно запускается алгоритм, описанный в пункте 7, для каждого слова из тройки. Затем обобщающий нейрон выбирает, какое из слов является главным в двух и более парах. Его тип и присваивается всему термину.

Проектирование модуля интеллектуальной категоризации терминов

После идентификации терминов запускается процесс их категоризации, представляющий собой элемент контролируемого машинного обучения с заданными классами. Для осуществления категоризации терминов в программном комплексе TSBuilder применяется технология нейронной сети, а именно – видоизмененный перцептрон Розенблатта.

Для начала обратимся к базису всех нейронных сетей (аналогу нейрона человека) – математическому нейрону МакКаллока – Питтса.

Математический нейрон МакКаллока – Питтса изображен на рис. 2 в виде круга. Он имеет несколько входов и один выход (на рисунке показаны стрелками). Через входы, число которых обозначим j , математический нейрон принимает *входные сигналы* x_j , которые он суммирует, умножая каждый входной сигнал на некоторый *весовой коэффициент* w_j :

$$S = \sum_{j=1}^j w_j x_j ,$$

где S – взвешенная сумма входных сигналов $x_1 - x_j$.

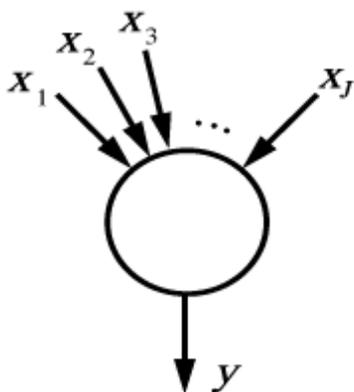


Рис. 2. Математический нейрон МакКаллока – Питтса

После выполнения операции суммирования математический нейрон формирует выходной сигнал y согласно следующему правилу:

$$y = \begin{cases} 1, & \text{если } S > \theta \\ 0, & \text{если } S < \theta \end{cases}$$

где θ – порог чувствительности нейрона [4].

Таким образом, математический нейрон, как и его биологический прототип – мозг, может существовать в двух состояниях – возбужденном и невозбужденном. Если взвешенная сумма входных сигналов S меньше некоторой пороговой величины, то математический нейрон не возбужден, и его выходной сигнал равен нулю. Если же входные сигналы достаточно интенсивны, и их сумма достигает порога чувствительности, то нейрон переходит в возбужденное состояние, и на его выходе формируется сигнал $y = 1$.

Весовые коэффициенты w_j имитируют электропроводность нервных волокон, называемых в биологии *силами межнейронных синаптических связей*, или *синаптическими весами*. Чем эти силы выше, тем больше вероятность перехода нейрона в возбужденное состояние.

Представленная пороговая функция нуждается в доработке, так как заданные поля для категоризации терминов не могут быть представлены в виде монотонно возрастающего интервала. Поэтому за функцию возбуждения нейронов были приняты различные функции на различных слоях нейронной сети. В этом состоит основное видоизменение перцептрона Розенблатта.

При категоризации терминов, состоящих из двух и трех слов, в качестве входных данных выступают идентификаторы полей и весовые коэффициенты соответствующих полей. На основании этих данных нейронная сеть определяет поле и передает на выход его идентификатор.

Для категоризации двухсложных терминов используется сеть из одного слоя, который получает весовые коэффициенты каждого слова словосочетания (весовые коэффициенты соответствуют полям) и использует следующую функцию возбуждения: в качестве единицы (возбужденного состояния) – состояние, при котором термину присваивают номер поля, к которому принадлежит первое слово; второе состояние (невозбужденное) означает, что термин получит номер поля, который соответствует второму слову в словосочетании. Нумерация слов в словосочетании производится в обратном порядке (слово №2; слово №1).

Нейрон переходит в возбужденное состояние при выполнении следующих условий:

1. $W1 \geq W2$.
2. $1/(e^{-(w1+w2)}+1) > 1/2$

При выполнении этих условий термин получает номер поля первого слова, иначе – второго.

Для категоризации трехсложных терминов используется двухслойная сеть, на вход первому слою подаются те же данные, что и для двухсложного, первый слой по такому же алгоритму определяет номера полей для пар слов $\{1,2\}, \{1,3\}, \{2,3\}$. После этого

подключается второй слой нейросети, получающий на вход результаты категоризации вышеназванных пар. Поскольку заданные поля не являются значениями физического показателя или другой зависимой величины, простой математический нейрон нуждается в модификации.

Если вес последней пары больше или равен весам двух других пар, то всему термину присваивается этот вес ($w_3 \geq w_1$; $w_3 \geq w_2$). Если вес второй пары больше или равен весам других пар, термину присваивается вес второй пары ($w_2 \geq w_3$; $w_2 \geq w_1$). В противном случае – проверяется первая пара ($w_1 \geq w_3$; $w_1 \geq w_2$). Эти три случая являются базисом для этого термина, поэтому никаких более проверок не требуется.

При обучении нейронных сетей применяется метод поощрения/наказания: сравнивается результат категоризации системы и желаемый результат, полученный от пользователя. Если они совпали – изменений не производится, если нет – верное поле получает увеличение веса, а неверное – уменьшение ($\pm 0,5$).

Создание экспертной базы данных с заданными классами

Апробация программного комплекса была проведена на текстовых данных, принадлежащих предметной области «Компьютерная вирусология».

Как область знаний «Компьютерная вирусология» зародилась сравнительно недавно – около 70 лет назад. Предпосылки для создания компьютерного вируса заложил Джон фон Нейман, автор теории самовоспроизводящихся автоматов, компьютерных программ, нацеленных на создание программных кодов, аналогичных исходному. Впервые термин 'virus' был введен в профессиональный лексикон информационных компьютерных технологий американским исследователем Фредом Коэном в 1983 г. В настоящее время компьютерная вирусология представляет активно развивающуюся науку, не имеющую строго определенного научного аппарата, с быстро и хаотично формирующейся терминологией. В этой области возрастает потребность трансляции научных знаний как в процессе профессиональной интеракции коммуникантов с различным уровнем профессиональной компетенции, так и при популяризации научного знания о компьютерном вирусе в целях повышения информационной грамотности населения. Это объясняет актуальность создания для этой предметной области электронного отраслевого словаря-тезауруса, с возможностью автоматизированного пополнения корпусных данных.

Помимо апробации работы программного комплекса TSBuilder, перед научным коллективом стояла задача создать некоторую унифицированную систему терминов «Компьютерной вирусологии». В ходе работы над проектом был выявлен ряд особенностей этой предметной области: 1) прочная связь с другими разделами информатики: поскольку терминология компьютерной вирусологии является частью терминологии компьютерной безопасности [5], сложно определить границы между терминосистемами данных разделов; 2) заимствование терминов из других наук и из обыденной жизни, особенно медицины (напри-

мер, вакцина – программа, которая предотвращает заражение файлов), что приводит к неоднозначности в толковании слов; 3) преобладание заимствования терминологии из английского языка.

Перечисленные свойства терминологии компьютерной вирусологии могут приводить к некоторым трудностям понимания научных текстов данной области, неточным или ошибочным переводам, в результате чего искажается семантическое содержание научно-технической информации. В книге «Компьютерная вирусология» Н.Н. Безруков отмечает: «Поскольку в настоящее время компьютерная вирусология переживает своего рода бум, имеется определенная потребность в унификации терминологии и оперативном обмене информацией между разработчиками и пользователями, с одной стороны, и между самими разработчиками» [6]. Категоризация и упорядочение терминологии компьютерной вирусологии позволит облегчить процесс перевода специализированных текстов, предотвратить двусмысленность при коммуникации специального знания, уменьшить число вероятных ошибок при машинной обработке текста. Л.М. Андренко подчеркивает, что проблема многозначности термина легко снимается посредством отнесения его к определенной системе или подсистеме, в которой раскрывается его единственное конкретное значение [7]. Следует отметить, что создание терминосистемы является важным для любой науки, поскольку категоризация объектов является одним из традиционных методов познания. В.И. Литовченко пишет: «Классификация играет важную роль в терминологической деятельности. Именно через классификационную систему раскрывается и наглядно демонстрируется логико-понятийная структура предметной области во всем многообразии ее связей и отношений» [8]. В данном случае введение семантических полей позволит указать, к какой из областей относится многозначный термин, что поможет определить его корректный перевод в рамках текущего контекста.

Классификация терминологии компьютерной вирусологии была разработана совместно экспертами в области компьютерной безопасности и терминологами-когнитологами, что позволило создать терминосистему, отражающую онтологические связи ключевых понятий данной предметной области. Было подготовлено теоретическое обоснование выделенных семантических полей, опирающееся на общие характеристики вредоносных компьютерных программ, представленных в Энциклопедии компьютерных вирусов [9], «Вирусной энциклопедии лаборатории Касперского» (<https://securelist.com>) и «Вирусной библиотеке» компании Dr.Web (<http://vms.drweb.ru/search>). Например, термин «компьютерный вирус» может номинировать не только вид вредоносного программного обеспечения по методу размножения, но и любое вредоносное программное обеспечение, общими характерными признаками которого являются наличие имени (уникального названия), программного кода, написанного на каком-либо языке программирования, с использованием определенного математического аппарата, способность распространяться посредством глобальной или локальной компьютерной сети, способность

функционировать в определенной операционной системе или семействе операционных систем и воздействовать на файлы определенных форматов.

Рассмотрим представленные выше признаки на примере вируса Virus.Win9x.CIH, известного как «Чернобыль» и созданного в 1998 г. Этот вирус, написанный на машинном языке ассемблера и способный воздействовать на операционную систему Windows 95/98/ME, относится к категории резидентных вирусов, присутствующих в оперативной памяти или хранящихся там свою активную часть, поражающую объекты операционной системы. Распространение происходило через Интернет, электронную почту и диски с программными продуктами, с последующей инсталляцией вредоносного программного кода в память Windows и внедрением копий в EXE-файлы.

Таким образом, с учетом общих признаков вредоносных программ, были выделены следующие семантические поля: название вируса; тип вируса; термины из области языков программирования и теории алгоритмов; термины из различных областей высшей математики; термины из области компьютерных сетей; термины, относящиеся к операционным системам; форматы файлов, которые подвергаются воздействию. Следующий этап разработки классификации терминов из области компьютерной вирусологии основывался на использовании специально подготовленной базы терминов данной области.

Практическая часть работы по систематизации терминологии компьютерной вирусологии состояла в выполнении полевого анализа терминов базы дан-

ных, подготовленной студентами компьютерных специальностей Пермского государственного национального исследовательского университета методом сплошной выборки терминов из текстов монографий: «Open Problems in Computer Virology» (Eric Filiol), «The Giant Black Book of Computer Viruses» (Mark A.Ludwig), «The Art of Computer Virus Research and Defense» (Peter Szor) и научно-популярных статей, представленных на сайте Лаборатории Касперского (<https://securelist.com/>). На момент выделения семантических полей коллекция терминов включала более 500 терминологических единиц (словарных статей). Каждая словарная статья, помимо термина на английском языке, включала перевод термина на русский язык, дефиницию и контекст, на основании которых необходимо было определить, к какому семантическому полю следует отнести термин. В ходе выполнения этой работы каждому термину было присвоено контекстно релевантное поле, из числа выделенных ранее полей, либо выделялось новое семантическое поле, в которое входил бы текущий термин. Например, термин register, был отнесен к полю «аппаратные средства (hardware)». На основании анализа практического материала было принято решение выделить еще восемь семантических полей в дополнение к перечисленным ранее, в том числе поле «другое (other)», для терминологических единиц, не относящихся ни к одной из выделенных категорий. В таблице представлены результаты выделения семантических полей, а также примеры терминов, отнесенных к каждому конкретному полю.

Классы терминов компьютерной вирусологии с примерами

Название семантического поля		Примеры терминов, отнесенных к данному полю
Английский язык	Русский язык	
Command/instruction	Команды, инструкции	MOV instruction, ADD instruction
Computer networks	Термины из области компьютерных сетей	IP address, proxy server
Data	Данные и единицы их изменения	Bit, byte, datagram
File format	Форматы файлов	EXE, COM, OBJ
Function	Функции (программирование)	Recursive function, memory free function
Hardware	Аппаратные средства	Floppy disk, BIOS
Malfunction	Различные неисправности, ошибки	Buffer overflow, bag
Mathematics	Термины из различных областей высшей математики	Cellular automat, boolean function
Operating systems	Термины из области операционных систем	DOS, interrupt
Organisation	Названия организаций	CARO (Computer Antivirus Research Organization)
Other	Другое	Ddos, infected machine
Programing languages	Языки программирования	MSIL, Pascal, C
Software/part of software	Программное обеспечение или его часть	Antivirus, firewall
Virus name	Название конкретного вируса	Eddie-2, happy99
Virus type	Тип вируса	Polymorphic virus, overwriting virus

Таким образом, в результате теоретического и практического анализа терминологии компьютерной вирусологии была разработана классификация терминологии данной области. Эта классификация была применена для создания терминосистемы по компьютерной вирусологии, зафиксированной в виде отраслевого словаря-тезауруса, использование которого поможет избежать искажения научно-технической информации в процессе коммуникации экспертного знания по компьютерной вирусологии.

Нейросетевой анализ текстовых данных

Диалог пользователя с нейросетью осуществляется через интерфейс пользователя. После запуска программы TSBuilder открывается диалоговое окно нейросетевого анализа.

Окно содержит поле для ввода текста и вывода терминов, строку для загрузки текста в формате *.txt, командные кнопки для запуска нейросетевого анализа и сохранения результатов анализа.

Результатом нейросетевого анализа является список идентифицированных терминов с предварительной маркировкой полевой отнесенности (см. рис. 3).

После автоматической идентификации и категоризации терминов следует этап нейросетевого обучения: эксперт проверяет результат работы программы, при необходимости редактирует маркировку поля или исключает слово/последовательность слов из списка терминов и сохраняет список маркированных терминов в текущий проект в ИС «Семограф» или в отдельный файл.

РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ОТРАСЛЕВОГО СЛОВАРЯ-ТЕЗАУРУСА

Результаты проделанной по проекту работы представлены в форме словаря-тезауруса по компьютерной вирусологии. Диалог пользователя с базой тер-

минов осуществляется посредством программы TSReader (Term System Reader, разработка научного коллектива Пермского государственного национального исследовательского университета в рамках проекта «Тезаурусное моделирование предметной области компьютерной вирусологии с применением нейросетевых технологий для автоматизации разработки онтологий»), предоставляющей интуитивно понятный пользовательский интерфейс для оперирования поисковым модулем текущего проекта в ИС «Семограф».

Англо-русский словарь-тезаурус по компьютерной вирусологии представляет интерес, прежде всего для студентов компьютерных специальностей, преподавателей компьютерных дисциплин и иностранных языков для специальных целей, а также и для широкого круга пользователей, сталкивающихся с вопросами компьютерной безопасности в повседневной жизни.

Разработанный словарь-тезаурус по компьютерной вирусологии предоставляет пользователям следующие возможности:

- просмотр предметно ориентированных дефиниций слов;
- просмотр контекстного употребления;
- просмотр аналога термина на русском языке;
- определение онтологических связей посредством полевого анализа терминологии.

Графический интерфейс словаря-тезауруса является интуитивно понятным и удобным. При загрузке словаря открывается информационное окно с регистрационными данными проекта: полное название проекта, имя руководителя, номер проекта в рамках гранта РФФИ.

Далее загружается основная страница словаря, условно подразделяемая на поисковую и информационную части (рис. 4).

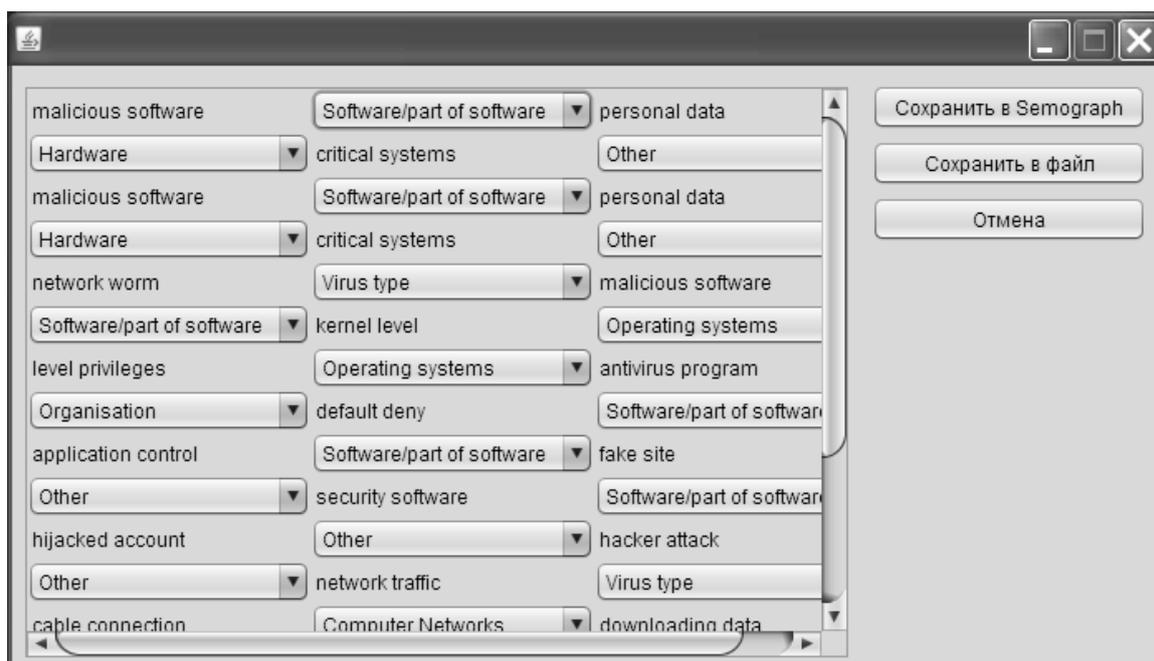


Рис. 3. Нейросетевой анализ

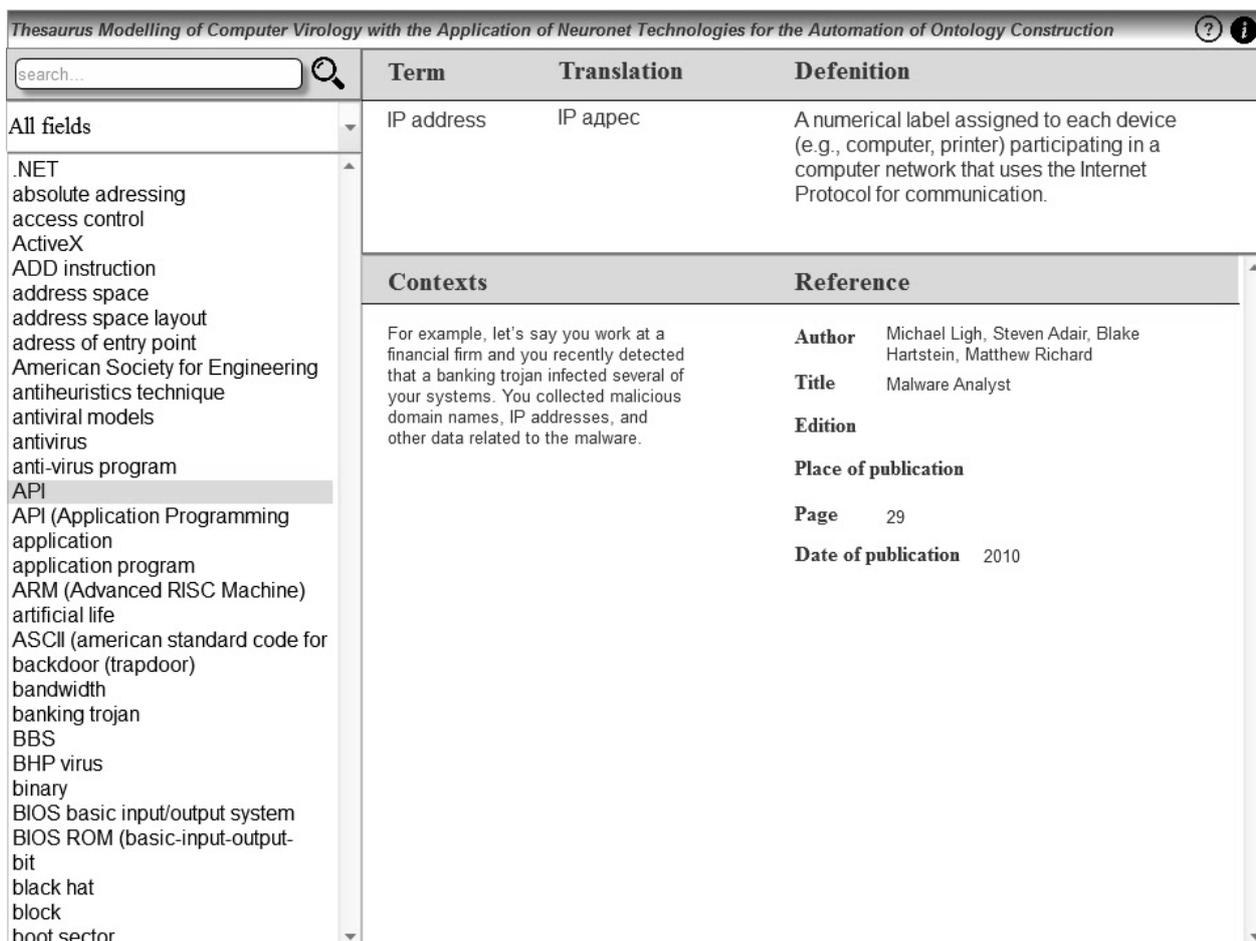


Рис. 4. Основная страница словаря (страница поискового модуля)

I. *Поисковая* часть позволяет осуществлять поиск и выбор термина, содержит окно для ввода термина, выпадающий список для выбора семантических полей, список терминов входящих в выбранное поле. Выбирая одно поле, пользователь имеет возможность просматривать множество полей, с соответствующей маркировкой поля. При выборе маркера «all fields» пользователь видит все термины базы данных. В этом случае для просмотра всех терминов удобно воспользоваться «прокруткой».

II. *Информационная* часть представляет содержательный компонент словарной статьи, в частности, перевод термина на русский язык, дефиницию и множество контекстов употребления термина со ссылкой на источник.

Информационная часть состоит из двух таблиц. Верхняя таблица содержит термин, его перевод на русский язык и дефиницию на английском языке.

В нижней таблице представлена информация обо всех имеющихся контекстах данного слова, включая сам контекст словоупотребления, библиографическую справку (название источника, автор, год и место издания, номер страницы). Поскольку термин может иллюстрироваться несколькими контекстными употреблениями, окно оборудовано «прокруткой», облегчающей просмотр всего содержимого таблицы.

В правом верхнем углу основной страницы в разделе «Справка» (?) дана инструкция по использова-

нию программы TSReader, а в разделе «Информация» (i) содержатся учетные данные о проекте, его разработчиках, финансировании.

При проектировании графического пользовательского интерфейса словаря-тезауруса учитывались физиологические и психологические особенности его потенциальных пользователей.

Во-первых, все основные элементы главной страницы словаря расположены в левом верхнем углу, поскольку для пользователей, читающих слева направо и просматривающих текст сверху-вниз, направление движения глаз при рассмотрении элементов происходит по диагонали экрана (из верхнего левого угла к нижнему правому углу). В связи с этим, следует предположить, что потенциальный пользователь в первую очередь обратит внимание на основные элементы поиска, что позволяет достичь высокой скорости работы и быстрой обучаемости пользователя.

Во-вторых, разработанный интерфейс оптимизирован под нужды потенциального пользователя. Поскольку целью пользователя является перевод слова, просмотр дефиниции и контекстов, основная страница словаря позволяет достичь всех этих требований путем единственного действия пользователя (выбор искомого термина).

В-третьих, интерфейс позволяет минимизировать количество пользовательских ошибок, так как со-

держит страницу «справка», а также требует минимальных действий со стороны пользователя для достижения его целей.

Следовательно, разработанный интерфейс удовлетворяет основным критериям удобства, простоты и эффективности использования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный проект представляет собой экспертную систему по автоматизированной разработке отраслевого словаря-тезауруса по компьютерной вирусологии. Работа экспертной системы реализуется научным коллективом, включившим эксперта, инженера-когнитолога, программистов, и группу пользователей, взаимодействующих посредством элементов экспертной системы:

- пополняемой базы знаний, в которую вошли более 2000 терминов на английском языке с переводом на русский язык, дефиницией на английском языке и контекстом употребления на английском языке;

- интерфейсом разработчика, в качестве которого используется ИС «Семограф»;

- интерфейсом пользователя, реализуемого посредством графических пользовательских интерфейсов программных комплексов TSBuilder и TSReader.

Несмотря на то, что проект носит ярко выраженный прикладной характер (создание отраслевого словаря-тезауруса, разработка программных комплексов для нейросетевого анализа), он имеет теоретическую значимость как для исследователей в области лингвистики (изучение терминологии, фреймовое и онтологическое моделирование), так и для специалистов в области фундаментальных информационных технологий (разработка экспертной системы), прикладной математики (модификация известных методов и разработка новых инструментов статистического и интеллектуального анализа данных), компьютерной безопасности (создание базы знаний по компьютерной вирусологии).

Применение интеллектуальных средств для обработки большого массива зашумленных данных в различных предметных областях отвечает потребности общества получить доступ к научно-технической информации за счет извлечения знаний, не прибегая к популяризации текста, следовательно, минимизировав искажение исходных данных при их передаче и усвоении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перечень критических технологий Российской Федерации – URL: <http://kremlin.ru/supplement/988> (дата обращения: 12.03.2016)

2. Исаева Е.В., Мишланова С.Л. Метафорическое моделирование разных типов знания в дискурсе компьютерной безопасности: монография. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2014. – 171 с.
3. Shannon C.E. A Mathematical Theory of Communication // Bell System Technical Journal. – 1948. – Vol. 27. – P. 379-423.
4. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособие для ВУЗов. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 176 с.
5. Койкова Е.С. Особенности формирования терминологии компьютерной безопасности // Вестник Челябинского государственного университета. Сер. Филология. Искусствоведение. – 2011. – № 24, Вып. 57. – С. 151-153
6. Безруков Н.Н. Компьютерная вирусология: Справ, руководство. – М.: УРЕ, 1991. – 416 с
7. Андренко Л.М. Терминологическое значение общепотребительных слов: (английский язык): Автореф. дис. ...канд. филол. наук. – М., 1980. – 27 с.
8. Литовченко В.И. Классификация и систематизация терминов // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика А.Ф. Решетнева. Сер.: Педагогика, филология, право, экология. – Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2006. – С 156-159
9. Козлов Д.А., Парандовский А.А., Парандовский А.К. Энциклопедия компьютерных вирусов. – М. Изд-во СОЛОН-Р, 2010. – 457 с.

Материал поступил в редакцию 24.03.16.

Сведения об авторах

ИСАЕВА Екатерина Владимировна – кандидат филологических наук, доцент кафедры английского языка профессиональной коммуникации Пермского государственного национального исследовательского университета
e-mail: ekaterinaisae@gmail.com

СУВОРОВА Валерия Александровна – студент Пермского государственного национального исследовательского университета
e-mail: Valery.Suvorova@yandex.ru

БАХТИН Вадим Вячеславович – студент Пермского государственного национального исследовательского университета
e-mail: bakhtin94@bk.ru

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ВИНИТИ РАН предлагает Вашему вниманию Реферативный Журнал в электронной форме

РЖ в электронной форме (ЭлРЖ) выпускается по всем разделам естественных, технических и точных наук.

Каждый номер ЭлРЖ является полным аналогом печатного номера РЖ по составу описаний документов, их оформлению и расположению. Он сопровождается оглавлением, указателями.

ЭлРЖ представляет собой информационную систему, снабженную поисковым аппаратом и позволяющую пользователю на персональном компьютере:

- читать номер РЖ, последовательно листая рефераты;
- просматривать рефераты отдельных разделов по оглавлению;
- обращаться к рефератам по указателям авторов, источников, ключевых слов;
- проводить поиск документов по словам и словосочетаниям;
- выводить текст описаний документов во внешний файл.

ЭлРЖ в версии Windows Вы можете получить за текущий год с любого номера, а также за предыдущие годы.

Подробную информацию Вы можете получить:

Адрес: 125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН

Коммерческое управление

Телефон/Факс: 8 (499) 155-45-25, 8 (499) 152-58-81

E-mail: contact@viniti.ru, sales@viniti.ru

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

С 2000 года ВИНТИ РАН вошел в состав Управляющего совета Консорциума Универсальной десятичной классификации (УДК). ВИНТИ РАН предлагает издания УДК, как единственный в России владелец лицензии, в печатном и электронном (на CD-R) виде на русском языке:

1. Таблицы УДК

УДК. Том I Общая методика применения УДК. Вспомогательные таблицы. Основные таблицы. Общий отдел. Алфавитно-предметный указатель к Общему отделу

УДК. Том II 1/3 Философия. Психология. Религия. Богословие. Общественные науки (только электронное издание)

УДК. Том III 5/54 Математика. Естественные науки (только электронное издание)

УДК. Том IV 55/59 Геологические и биологические науки

УДК. Том V 6/61 Медицинские науки (только электронное издание)

УДК. Том VI (часть 1) 6/621 Прикладные науки. Технология. Инженерное дело (только электронное издание)

УДК. Том VI (часть 2) 622/629 Техника. Инженерное дело (только электронное издание)

УДК. Алфавитно-предметный указатель к т. VI (1 и 2 части) (только электронное издание)

УДК. Том VII 63/65 Сельское хозяйство. Домоводство. Управление предприятием (только электронное издание)

УДК. Том VIII 66 Химическая технология. Химическая промышленность. Пищевая промышленность. Металлургия. Родственные отрасли (только электронное издание)

УДК. Том IX 67/69 Различные отрасли промышленности и ремесел. Строительство (только электронное издание)

УДК. Том X 7/9 Искусство. Спорт. Филология. География. История.

УДК. АПУ (с о д н ы й) к полному 4-му изданию

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 2 (к т.т. 1-3) (только электронное издание)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 3 (к т.т. 1-6) (только электронное издание)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 4 (к т.т. 1-7) (только электронное издание)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 5 (к т.т. 1-10)

УДК. Изменения и дополнения. Выпуск 6 (к т.т. 1-10)

2. Государственный рубрикатор научной и технической информации (ГРНТИ) в 2-х томах, издание шестое, 2007.

Для подписки необходимо направить заявку по адресу:
125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН,

Научно-методический отдел

Телефон: 8-499-155-42-52

Факс: 8-499-943-00-60 (для НМО)

E-mail: typo@viniti.ru