

УДК 130.2

Слово, информация и культура науки (часть 2)¹

Серов Николай Викторович

Доктор культурологии,
Оптическое общество им. Д.С. Рождественского,
199034, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Биржевая линия, 8;
e-mail: n.serov@gmail.com

Аннотация

Цель настоящего сообщения – представить возможности и ограничения при создании единого культурологического ареала наук о природе и человеке. На примере квантовой механики и оптики показано, что при формализации гуманитарных проблем с позиций хроматизма, информатики и семантической логики может быть достигнута элиминация полисемантической ограниченности и гипотетичности гуманитарного дискурса культурологов, филологов, психологов и/или социологов путем построения информационных моделей для тех системно-функциональных связей онтологически идеальных предикатов, которые связаны с их материальными денотатами в заданной системе. Поскольку с позиций онтологии информация идеальна относительно данных, но материальна относительно субъекта-интерпретатора, то именно так может характеризоваться и «слово» как «идеальное» относительно своего опредмеченного вида (в фонеме, в лексеме, в символе или в ином знаке), но «материальное» относительно смысла и значения (семантического наполнения, кодов интерпретации и т. п.). Это привело к построению метаязыка, который вполне однозначно устанавливал функциональные связи между характеристическими для изучаемого явления разнородными планами сложных систем анализа при заданных граничных условиях. Интенциональная семантика этого метаязыка, благодаря универсалиям созданных информационных моделей, позволила дополнить известные методики и/или теории сущностными дополнениями, основанными на опыте. В заключении представлен возможный ареал единой науки о субъект-объектных отношениях психофизической культурантропологии.

Для цитирования в научных исследованиях

Серов Н.В. Слово, информация и культура науки (часть 2) // «Белые пятна» российской и мировой истории. 2017. № 4-5. С. 77-98.

1 Начало статьи опубликовано в предыдущем номере журнала: Серов Н.В. Слово, информация и культура науки (часть 1) // «Белые пятна» российской и мировой истории. 2017. № 3.

Ключевые слова

Языки и метаязыки науки, хроматизм, семантическая логика, информационные модели, формализация языка, спектр, квант, фотон.

Информационные модели языка

Как уже говорилось, под ИМ понимается организованная по определенным правилам метаязыковая совокупность информации о состоянии и функционировании анализируемой системы. С одной стороны, языком принято считать совокупность средств, необходимых для переработки и передачи информации. Вместе с тем язык можно рассматривать не только как средство коммуникации, но и как объект изучения. Так, язык, при помощи которого начинается формализация обычного языка, можно назвать метаязыком первой степени, а когда будет определен формализованный язык, то этот последний можно назвать метаязыком второй степени, так как он при определенной интерпретации будет отображать структуру первого языка, а возможно, и некоторых других языков в той мере, в которой метаязыковая структура этих языков одинакова [Жинкин, 1965, 12].

Различие между значением и смыслом в семантической логике основано на принципе абстракции: для абстрагирования следует говорить об имени денотата, называющем этот денотат. Если же высказывание об именах есть высказывание метаязыковое, то, согласно Г. Фреге, *отношение имени к тому, что оно называет или обозначает, является отношением называния, а вещь, которая называется, является значением имени*. Не следует думать, что вещь является значением независимо от имени, ибо любая вещь есть просто вещь и могут быть неназванные вещи. Но всякое имя всегда что-то называет, и это что-то – определенная вещь. Таким образом, значение – это свойство имени, которое реализуется в назывании вещей. Смыслом же Фреге называет *различие в способе обозначения предметов именами* [Frege, 1984, 210].

Иначе говоря, действия с именами можно считать эквивалентными операциям с денотатами (вещами), что при неразличении смыслов позволяет производить эти операции автоматически, т. е. независимо от понимания принятой информации, а именно – переходя в область чистой семиотики и формальной онтологии. Если же возможно разделение каналов, по которым проходят значение и смысл, то возникает проблема вынесения за скобки значения имен с анализом способов, которые формируют смыслы имен. При этом мы переходим в область чистой семантики и конкретной онтологии. Схематично имена семантической и формальной логики сопоставлены в табл. 3.

Поскольку различные выражения могут иметь один и тот же денотат с различными смыслами, а некоторые выражения могут иметь смысл и при отсутствии денотатов, то денотат и смысл являются двумя взаимосвязанными сторонами значения любой формализации.

Таблица 3. Предикаты семантической и формальной логики

Логика	Денотат	Имя	Значение	Смысл
Семантическая	объект, отношение, свойство, обозначаемые именем (языковым выражением)	формализация денотата на заданном языке выражения	свойство имени, реализуемое в назывании объектов, свойств, отношений	концепт денотата, т. е. усваиваемый в онтогенезе способ понимания и указания именем на денотат
Формальная	‘объем’			‘содержание’

При построении логических систем отношение именованности должно удовлетворять трем принципам.

1. Принцип однозначности: имя должно иметь один и только один денотат.

2. Принцип предметности: всякое предложение говорит только о денотатах входящих в него выражений, но не о самом предложении и/или его смысле.

3. Принцип взаимозаменяемости: если два имени имеют один и тот же денотат, то одно из них можно заменить другим так, что второе предложение остается истинным при соблюдении следующих принципов:

3а) принципа экстенциональности: конкретные денотаты с единичными именами взаимозаменяемы только в экстенциональном контексте;

3б) принципа интенциональности: денотаты с общими и/или пустыми классами имен взаимозаменяемы только при учете степени их абстракции.

Если обычный язык предназначен для именованности объектов (объектный, предметный язык), то в семантическом анализе существует и метаязык, на котором говорят уже о самом языке как объекте. В естественном языке объектный и метаязык практически неразделимы и образуют семантически замкнутое пространство, тогда как построение формализованных языков определяется обязательным разделением объектного и метаязыков для элиминации парадоксов (пример: «Критянин заявил, что все критяне – лжецы»).

Поэтому считается, что предметная область, теоретически соединяющая и/или обобщающая разнородные объекты, является логической абстракцией, требующей установления экс/интенциональности их имен при заданных граничных условиях существования этой области. Так, согласно правилу Локка, если некоторое свойство принадлежит любому единичному имени изучаемой предметной области, т. е. является его параметром, то это свойство может принадлежать и всем именам данной области при фиксации их денотатов в заданном классе. Если же имя не имеет денотата в предметной области, его относят к пустому классу имен, которые могут приобретать и множественный (вероятностный конкретно-абстрактный) смысл.

С позиций эпистемологии, разумеется, здесь есть свои особенности. Ибо естественный язык всегда и во всем базируется на семантических закономерностях сочетания понятийного и чувственно-образного языков так, что сенсорные каналы восприятия непосредственно (автоматически) влияют на формирование языковой, а этим и субъективно концепту-

альной картины мира, внутренне присущей интеллекту. И хотя методология естественных наук элиминирует любую субъективность в построении объективной картины мира, она не в силах воспрепятствовать множественным толкованиям многозначности таких принадлежащих к пустым классам имен в истории науки, как *теплород*, *эфир*, *волновая функция* и др. К примеру, для автора данного сообщения – как спектроскописта – *волновая функция* ψ всегда относилась примерно к тем же именам, что *кентавр* для антрополога, т. е. к пустому классу имен. Ибо, несмотря на обладание множественным (вероятностным) смыслом и при отсутствии денотата, ψ всегда имела многозначный концепт. А этим атрибутом никогда не характеризовались естественные науки, которые с начала XX в. практически отрицали чувственные компоненты восприятия не только денотатов, но и концептов, что переводило язык в плоскость сугубо формальной логики, как это показано ниже.

С другой стороны, и существование концептов, которые не являются концептами никакой реально существующей вещи, и существование имен, которые выражают смысл, но не имеют денотатов, привело А. Черча к замечательному выводу: «Если имя имеет денотат, то этот денотат есть функция смысла имени». Под функцией в данном случае Черч понимает такую операцию, которая, будучи примененной к смыслу имени как аргументу, дает некоторую вещь в качестве значения функции для данного аргумента [Черч, 1960, 19-24]. Обратный вывод для имени, отображаемого в пустом классе, т. е. не имеющего денотата, возвращает нас к квантовой теории в ее упомянутом в начале статьи *реализме – как реальной успешности в современной физике*.

Концепт волновой функции

Об этом *реализме* говорят и диаграммы Гротриана, которые до сих пор пользуются огромным успехом у спектроскопистов. «Вместе с тем примечателен тот факт, – подчеркивают исследователи, – что в курсах квантовой механики диаграммы Гротриана не применяются. По-видимому, в подобных курсах теория атома излагается как иллюстрация к общей квантовой механике, и диаграммы Гротриана оказываются отягощенными информацией, избыточной с точки зрения высокой науки» [Раутиан, Яценко, 1999, 217-220]. Этот факт, несомненно, свидетельствует о селективной, практической направленности системы Гротриана и ее ориентированности на углубленные исследования конкретных атомов, молекул и ионов.

И не только диаграммы Гротриана не любят теоретики. Вершиной их «игры слов» является «принцип неопределенности», который был возведен в ранг высших законов квантовой механики, поскольку «объяснял» тот факт, что теоретически при решении волнового уравнения (1) могло получаться все что угодно. Не любят квантовики и спектральный анализ, который, как и диаграммы Гротриана, дает строго воспроизводимые результаты, а не все что угодно. Однако у теоретиков принято за правило, что после решения уравнения (1) требует-

ся согласование с результатами эксперимента. И квантовик идет к спектроскописту, который и говорит, что из уймы рассчитанных электронных состояний справедливы (наблюдаются в эксперименте) лишь 2-3 значения. Далее же теоретик выдает эти значения за точный расчет, умалчивая об остальных сотнях «лишних» термов², полученных им по уравнению (1), и/или оговаривая, что они не «лишние», а «запрещенные» правилами отбора, которые и были созданы для оправдания истинности проведенных расчетов.

По-видимому, именно принадлежность имени *волновой функции* к пустому классу и объясняет эту «нелюбовь» теоретиков к диаграммам Гроттриана и/или к спектральному анализу, в которых именуется только реальные (измеримые) денотаты. Описание же состояния микрообъекта с помощью волновой функции ψ имеет вероятностный характер, так как квадрат ψ дает значение вероятностей тех величин, от которых и зависит ψ . Поскольку вероятность определяется квадратом ψ , то последнюю называют также амплитудой вероятности. Отсюда следует, что волновая функция принадлежит к пустому классу (классу отсутствующих денотатов, так как смысл имеет лишь ее квадрат) и одновременно образует семантически замкнутое пространство лишь как амплитуда вероятности [George et al., 2013].

В табл. 4 представлены примеры выделения в языках различных областей знания семантико-логических степеней абстракции. В первой графе показан принцип выделения метаязыков на примере второй и третьей граф. В четвертой, пятой и шестой графах приведены основные ступени абстрагирования при построении релевантных теорий размерности [LIT], волновой функции ψ и квантовых чисел ТФ соответственно, снизу вверх, т. е. от денотата к его значению и смыслу. В седьмой графе указаны релевантные каждой строке χ -планы.

Таблица 4. Семантика метаязыков при различных подходах к смыслу

Языки	Семантическая логика	Информатика	[LIT] система языка	ψ	TF	χ
Метаязык II	Смысл значения	Смысл значения	LIT смысл размерностей	$(\psi^2)^{1/2}$	[LIT]	Id-
Метаязык I	Значение денотата	Значение средств	Размерности языка в СИ	Ψ^2	φ, E, Z	M_t
Язык	Имя денотата	Средства коммутации	Язык формул объекта	$f(\psi)$	$f(E, \lambda)$	S-
Вещи	Денотат	Свойства, отношения	Объект природы/языка	$E(\psi)$	$\Delta E(\Delta \lambda)$	M_a

В табл. 4 наглядно представлены возможности перехода от языков разных областей познания к единым критериям их релевантности как по χ -планам, так и по размерностям [LIT] при соотношении разнородных понятий. Иначе говоря, здесь показан возможный переход к единой системе представления гуманитарных и естественнонаучных величин.

Смысл как значение имени, усвоенное в процессе онтогенеза (обучения), может существовать даже при отсутствии денотата, определяемого этим смыслом, т. е. нахождении

2 В рамках квантовой механики разрешено неограниченное количество неопределяемых предположений в ходе расчета, которое всегда более чем достаточно для сближения результатов расчета с результатами эксперимента [Ганкин, Ганкин, 2011, 261].

имени в пустом классе, как это демонстрирует зависимость потенциально измеряемых величин энергии от принципиально неизмеряемых («амплитудно вероятностных») величин $(\psi^2)^{1/2}$. Это подтверждается и сопоставлением соотносимых по строкам значений и смыслов языков.

Так, с позиций построения хроматических моделей (т. е. ИМ в онтологии относительного детерминизма денотатов и имен) можно показать, что при обозначении денотата как материального (нижняя строка табл. 4) его имя будет материальным относительно значения, но идеальным относительно денотата. В свою очередь, значение оказывается материальным относительно имени, но материальным относительно смысла. И, наконец, смысл представляет собой идеальное по отношению ко всем компонентам данной онтологии.

Если же преобразование сигналов одной идеальной и/или материальной природы в сигналы другой материальной и/или идеальной природы соответственно можно назвать переходом на другой код, то при переходе от вещи к метаязыку II порядка мы имеем двойное перекодирование, характеризующее и «реализм» экспериментаторов в языке формул, и «инструментализм» теоретиков в языках I и II порядков.

Итак, табл. 4 наглядно показала, что у физиков есть инструмент формул (метаязык I порядка) и размерностей (метаязык II порядка), тогда как у гуманитариев он «смешан» благодаря совмещению этих языков в хроматических (χ) планах. Иначе говоря, физик, оперирующий понятием ψ , находится в виртуальном мире исключительно из-за различий в представлении реальности³. И поскольку ψ принадлежит к пустому классу имен, человеку ничего иного не остается, как включить формальную логику, которая наглядно представлена в центре рис. 1 в сопоставлении с бытовой (слева) и творческой (справа).

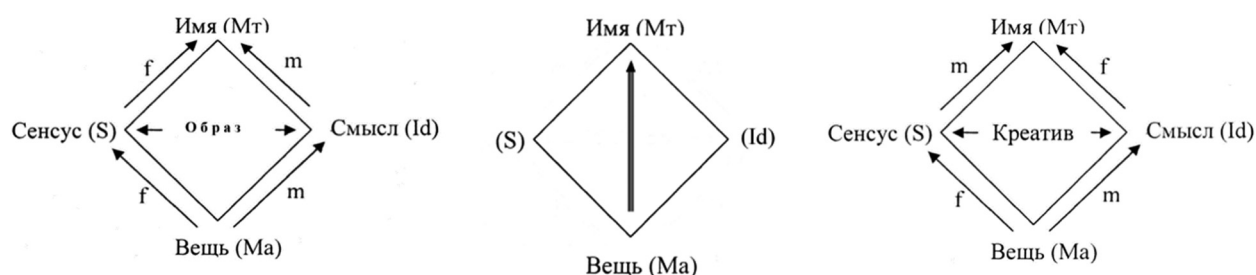


Рисунок 1. Хроматические схемы бытового, формального и творческого мышления

Поскольку же ψ как вещь отсутствует, то формальная логика приводит ученого к все большему и большему числу виртуальных парадоксов, негативные коннотации которых в последнее время увеличиваются в геометрической прогрессии [Briggs, Butterfield, Zeilinger, 2013, www; Fine, 1986; George et al., 2013; Lefebvre-Brion, Field, 2004; Sansonetti, Martin, 2005, 2141-2156]. Ни о каком-либо творческом мышлении здесь и речи не может идти до

3 К примеру, несмотря на то, что такие понятия, как «гибридизация», «резонанс структур», «орбитали» и т. д. не имеют ничего общего с реальностью (кроме результатов чисто математических расчетов), во многих монографиях и/или учебниках их относят к действительным процессам взаимодействия атомов в молекуле и пытаются заставить студентов «понять это» [Ганкин, Ганкин, 2011, 39].

тех пор, пока не появляется гений, живущий в идеальном мире виртуальной реальности – между ощущением (S) и смыслом (Id -) вещи.

Одним из важнейших Оксфордских вопросов [Briggs, Butterfield, Zeilinger, 2013, www], на мой взгляд, был следующий: *что мы можем узнать о квантовой физике, используя понятие информации?* Попытаемся ответить на него, используя созданную методологию и информационные модели излучения и вещества.

Корпускулярно-волновой дуализм света характеризуется следующими атрибутами. С одной стороны, фотон демонстрирует свойства волны в явлениях дифракции и интерференции при масштабах, сравнимых с длиной волны фотона. Например, одиночные фотоны, проходя через двойную щель, создают на экране интерференционную картину. И вместе с тем эксперименты показывают, что фотон ведет себя и как частица, которая излучается или поглощается целиком объектами, размеры которых много меньше его длины волны (эффект Комптона и др.).

С позиций информационного подхода это можно трактовать благодаря известному научному приему «идеализации» сложных систем и/или их отношений. Так, например, в математике понятие «идеал» для точки косвенно связано с ид-планом в хроматизме точно так же, как в физике существует вакуум и/или в химии – идеальный газ и т. д., т. е. это система элиминации сложностей, благодаря которой анализ может быть основан исключительно на существенных свойствах оставшихся параметров сложной системы.

Поскольку в онтологии считается невозможным выявление таких взаимозависимых параметров бытия, как идеальное и материальное, то мы используем их семантические корреляты в виде хроматических планов ($\chi \cap Id$ -, S -, M_a - и M_t -планы). Разумеется, χ -планы имеют относительный друг друга характер и никак не могут абсолютизироваться вне зависимости от системы анализа. Так, при встрече частицы (ид-) с более материальными предметами (кристалл, атом и т.п.) частица проявит свои идеальные («волновые») свойства, при встрече же с менее материальными предметами (микрочастица, легкий атом, электрон, и т.п.) – свои материальные свойства. Критерием онтологической «идеальности/материальности» может являться количество информации, ибо, к примеру, кристалл обладает большим количеством информации, чем частица, тогда как в системе «тяжелая частица – легкий атом» – наоборот, как это схематически представлено в табл. 5.

Соответствие величины информации I и ее размерности может быть выражено $[I]$. Чем меньше λ , тем больше m_e , т. е. это граница Id/Ma . Если физические величины с размерностью кванта действия (h) значительно превышают h (h – пренебрежимо малая величина), то в граничных условиях данной задачи полностью применим классический подход, где можно ввести понятие оптического, а точнее, спектроскопического эквивалента $Z/E = 1,272$.

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

Таблица 5. Хроматический метаязык спектроскопии и квантовой оптики

χ	Предикаты фотона (ИМИ)	Характеристики спектра (ИМАП)	Формулы	[ЛИТ]
Mt	Формальная запись всех характеристик фотона (ниже)	Формализованная запись $E = mc^2$, $E = h\nu$, $E = ch/\lambda$, $E = Z\varphi/q$	$E = h\nu$ $E/Z = 1/4\pi$	$L^2 I T^2$
Id-	Волновые предикаты фотона при распространении в поле с потенциалом U при $E = eU \sim Id$, где $Id = 0$ при $I \neq 0$, $U = 0$	Волновая составляющая фотона при распространении в электромагнитном поле с потенциалом $U = c^2$ (дифракция волн де Бройля $\lambda = h/p$, $v = E/h$)	$\lambda = ch/E$ $\lambda = qch/Z\varphi$	L
S-	Корпускулярные предикаты фотона в поле с потенциалом U (эффект Комптона) $E > 10$ эВ	Корпускулярная составляющая (электроны, ионы) проекции фотона в поле с потенциалом U (фотоэффект)	$I_m = E/U$ ($p = h/\lambda$)	I_e
Ma	Корпускулярно-волновые предикаты фотона $h\nu$ при встрече с Ма- объектом (решетка, ESCA etc) $E < 10$ эВ	Корпускулярно-волновые проявления фотона (дифракция, интерференция, фотоэлектронная эмиссия) $ch = const$	$\lambda = h/p$ ($v = E/h$) $ch = \lambda Z\varphi/q$	$L^3 I T^2$

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 при адекватных методах его обработки. 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 ($E = h\nu$), позволяла проводить квантование и света, и вещества.

Поскольку данные тезисы можно верифицировать и в эксперименте с фотонами, поляризованными под углами 0, 45, 90, 135 градусов, то попперовский принцип окажется совместим и с 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 контролируемую 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)» [Клышко, 1994, 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 ниже.

Языки спектроскопии

Понятие «спектроскопия» обычно включает аналитический метод, основанный на разделении электромагнитного излучения по длине волны λ и/или по энергии излучения/поглощения $E = ch/\lambda$. Если же произведение $\lambda E = ch = \varphi Z = const$, то с учетом семантического разнесения энергии фотона $E_\varphi(Z)$ и кванта как количества фотонов Z_n произведение $\lambda_{at}(Z) \cdot E_\varphi(Z)$ должно показывать линейную зависимость от Z_n как характеристической величины ТФ: $Z_n = f[\lambda_{at}^n(Z), E_\varphi^n(Z)]$, где Z_n – включающий количество фотонов порядковый номер термина в серии Лаймана, т. е. наблюдающейся в поглощении; λ_{at}^n – длина волны перехода, соответствующая по Z_n релевантной энергии ТФ $E_\varphi^n(Z)$.

Поскольку функция $E_\varphi(Z)$ определялась самосогласованным кодом данных фотона $E_\varphi(Z)$ и метода их обработки в атоме произведением $\lambda_{at}(Z) \cdot E_\varphi(Z)$, то должна была наблюдаться информация о группе термов, релевантных квантовым числам по уравнению (2): $Z_n = 1 + (\lambda_{at}^n \cdot E_\varphi^n - b) / a$, где a и b – эмпирические коэффициенты, которые в современном варианте модели Бора коррелируют с постоянными экранирования σ и квантовыми дефектами Δ_s в LS схеме [Ельяшевич, 2001, 197, 217], ибо также пропорционально растут с увеличением Z в каждой группе ПСЭ, как это демонстрирует рис. 2.

Обратим внимание на размерности $\lambda_{at}(Z) \cdot E_\varphi(Z)$ [L^3IT^{-2}] и $\lambda_{at}(Z)/\lambda_\varphi(Z)$ [$L^0I^0T^0$], отвечающие размерностям ch и оптическому эквиваленту Z/E соответственно. Отсюда следует, что выявленная ТФ в виде $tg^2 E \Delta \lambda / \Delta E$ оказалась, если можно так сказать, «оптической ДНК», «гены» которой (E, q, Z, φ) несут целостные объемы/фрагменты информации о фотоне и/или взаимодействующем с ним веществе. Любопытно, что излучение естественного источника света имеет поляризационную «закрутку», аналогичную спиралям ДНК, так что E, q, Z и φ являются функциональными единицами дискретной информации фотона. Разумеется, эта аналогия претендует лишь на представление о семантическом единстве биологических и физических законов мироздания, но никак не на их формально-логическое уравнивание.

Это, в свою очередь, позволило полагать обоснованным проведение корреляции между свойствами ТФ и атомных термов, что было подтверждено опытными данными. В частности, ИМАП оказалась соответствующей известному описанию *одноэлектронного атома*, но, что существенно, детализировала его по φ в 8 раз с адекватным сохранением свойств атомных систем. Аналогичные зависимости для элементов Ia и VIII групп ПСЭ представлены на рис. 2 с позиций оптических эквивалентов $\lambda_{at}/\lambda_\varphi$ с возможностью экстраполяции термов вплоть до потенциалов ионизации.

Обнаружение закономерностей, скрытых в структурированных и неструктурированных данных, показало, что к связанной можно отнести такой вид информации, который коррелирует с функциями, но не со структурой, т. е. не с составом компонентов и межкомпонентных взаимодействий системы, относящимся к онтологически материальному плану. Последнюю в данном приближении можно отнести к свободной. Поскольку семантическое определение

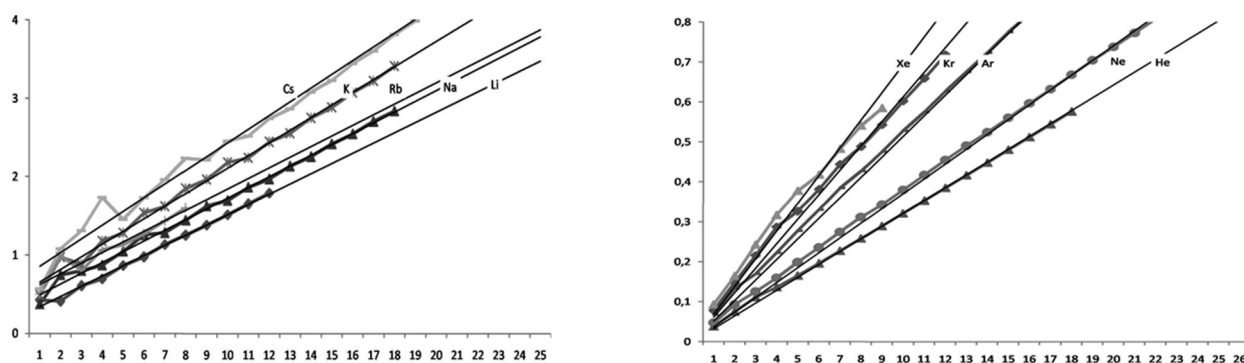


Рисунок 2. Регрессии $\lambda_{at}(Z)/\lambda_{\phi}(Z)$ для Ia и VIII групп ПСЭ⁴

информации связано с согласованием распределения кодов источника по релевантным кодам связанных и свободных состояний приемника, а информационный объем линейного совокупного события определяется информационным объемом зависимых и независимых событий, то общее количество информации равно относительной величине количества информации $[I_s]$ в виде произведения коэффициента K_i как функции информации о зависимых событиях $[I_d]$ на сумму информации о независимых $[\sum I_n]$ $[I_s] = K_i([I_d]) \cdot \sum [I_n]$, где $K_i = [I_s] / [\sum I_n]$ – коэффициент корреляции между различными объемами информации, численно равный тангенсу угла наклона данной регрессии. Отсюда можно получить величину связанного типа информации о зависимых событиях $[I_d]$ с учетом постоянной C , обусловленной величиной информации о независимых событиях: $[I_d] = [I_s] - \sum [I_n] + C$.

Поскольку с помощью квантовых чисел E , q , ϕ , Z можно определять углы, термы и зависимости параметров излучения от квантовых чисел n и l , то для верификации допущений о принципах построения ИМ в молекулярной спектроскопии можно использовать информационную модель аддитивности термов (ИМАТ) [Серов, 1982; Серов, 1984, 390].

Из рассмотренных определений следовала технология построения ИМАТ, согласно которой электронный терм T_e^{ab} молекулы ab коррелирует с относительной суммой термов T_n атомов a и b при их минимальном различии по величине: $T_e^{ab} = K_i \sum_{a,b} T_{n,l}^{ab} \mid \Delta T_{n,l}^{ab} \rightarrow \min (\Delta n=0; 1; \Delta l=0; 1)$, где K_i – коэффициент корреляции ИМАТ, а Δn и Δl – различие состояний образующих молекулу атомов по главным n и орбитальным l квантовым числам.

Классификация молекулярных термов в ИМАТ определяется ридберговскими сериями электронных состояний, найденными сегодня у большинства двухатомных молекул [Ельяшевич, 2001]. Согласно обозначениям, принятым для ридберговских состояний, это позволяет ввести $nlnl$ – квантовые числа для классификации получаемых состояний. Действительно, поскольку квантовые числа, характеризующие электроны в разделенных атомах, описывают и часть связывающей электронной плотности эффективных атомов, образуя

4 Абсцисса – порядковый номер терма $Z = n-1$, ордината – значения функции $\lambda_{at}(Z)/\lambda_{\phi}(Z)$ -b. Величины термов для Na, K, Cs и элементов VIII группы ПСЭ приведены по: [Стриганов, Свентицкий, 1966]; для Rb и Fr – по: [Кикоин, 1976, 654; Sansonetti, Martin, 2005].

щих молекулу, то можно классифицировать T_e эффективными квантовыми числами $n_a l_a n_b l_b$ для перехода к многоэлектронной классификации $\Lambda(T_e)$ по ИМАТ. Строго говоря, под эффективными квантовыми числами следует понимать квантовые числа, характеризующие такие состояния электронов в эффективных атомах, отличие которых от их состояний в свободных атомах задано коэффициентом K_i участия последних в химической связи.

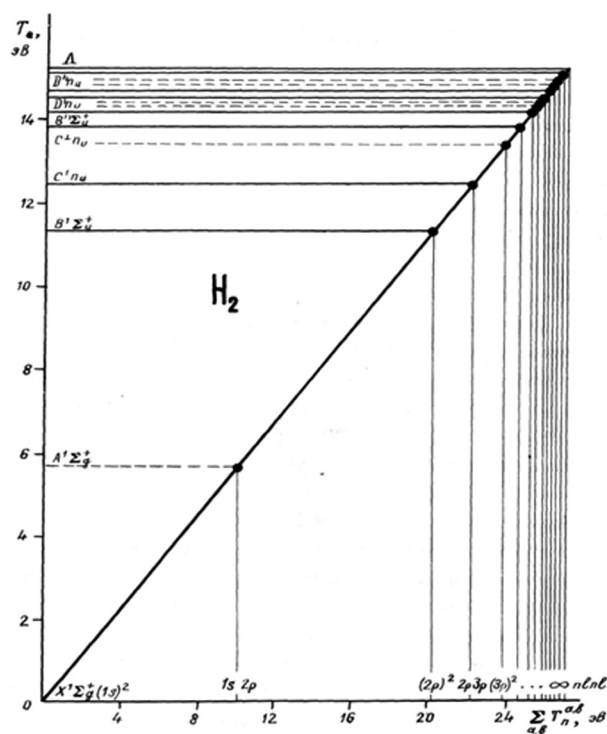


Рисунок 3. Корреляция между термами H_2 и суммами термов H^5

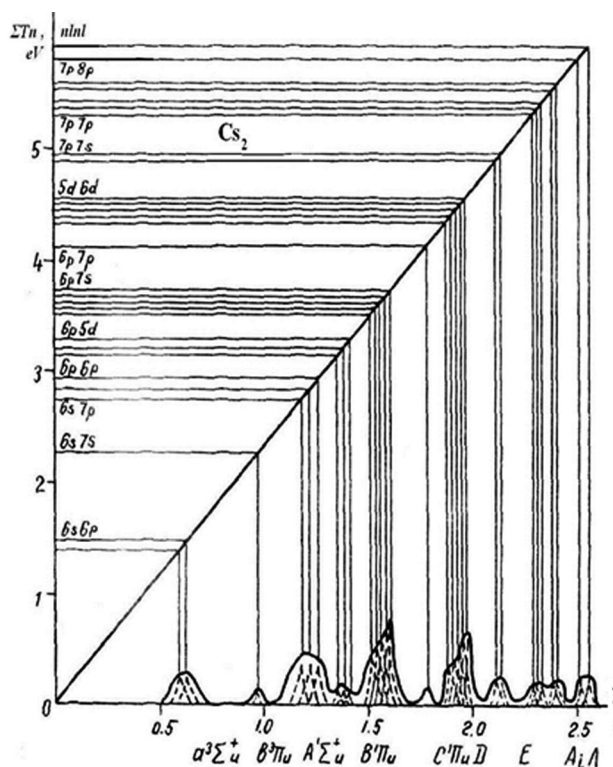


Рисунок 4. Соответствие ИМАТ спектру молекулы цезия⁶

Представленная на рис. 2 и 3 аналитическая зависимость ИМАТ наглядно и достаточно точно (дисперсия $\sigma = 0,0025$ по всем состояниям вплоть до потенциала ионизации) описывает электронные термы молекулы H_2 через квантовые числа и термы образующих молекулу атомов. Полученная точность во многом превышает точность расчетов, достигнутую в модельных предположениях квантовой химии об одноэлектронном возбуждении двухэлектронной системы H_2 . Наглядность же интерпретации молекулярного спектра цезия, представленная на рис. 4, не требует комментариев.

Главную роль в ИМАТ играет свойство *относительной аддитивности* как обобщение известного правила классической аддитивности при $K = 1$, присущего ряду химических соединений [Brown et al., 2012]. Так, аддитивность энергий для соединений гомологических

5 Абсцисса – суммы атомных термов; ордината – электронный терм молекулы водорода. См.: [Серов, 1984]. Ср.: [Ионов, Кузнецов, 2005].

6 Абсцисса – электронные термы и ровибронный спектр молекулы цезия; ордината – суммы указанных атомных термов. Спектр представлен по данным: [Constants of diatomic molecules..., www].

рядов распространяется на значения величин целого объекта, образованных суммой значений величин, соответствующих его разложению на атомы, что, например, в термохимии определяется аддитивностью теплот сгорания этих соединений аналогично тому, как масса любого вещества равна сумме масс его компонентов. С позиций информатики это связано с тем, что информация о материальных планах (масса, теплота сгорания и т. п.) строго аддитивна, тогда как слабоструктурированные (идеальные) планы (информация, рефракция и т. п.) этих же соединений подчиняются свойству ИМАТ при образовании химических соединений с участием зависимых и независимых событий.

Схематическое согласование определенных атрибутов атомных и молекулярных термов по схеме Рассела-Саундерса (LS-связь) с параметрами ИМ представлено в табл. 6.

Таблица 6. Моделирование корреляции между схемой LS и параметрами ИМ

	LS ⁷	ИМК	ПСЭ	ИМАП	ИМАТ
n^8	Главное квантовое число $n = 1, 2, 3, \dots, \infty$	№ октавы $n = Z_{2\pi} / q_{2\pi}$	№ периода (число оболочек) 1(K), 2(L)...	№ атомного терма $n = Z_n + l$	Минимальное различие термов по $\Delta n = 0; 1$
l	Орбитальное квантовое число $l = 0, 1, 2, 3, \dots$	№(.) ТФ по всей области $l = n - l = Z_n$	№ группы (число валентных электронов)	Характеристика валентных электронов	Минимальное различие термов по $\Delta l = 0; 1$
Z	№ элемента (общее число электронов)	Число фотонов $Z_\gamma = q \cdot E / \varphi$	№ элемента (общее число электронов)	Число термов Количество электронов $Z_e = E_\varphi / \varphi_l$	Величина электронной плотности $s_e = I / K_i$
q	L, S, J – квантовые числа атома 0(S), 1(P),...	№(.) ТФ в октаве Качество фотонов $q = 4\varphi / \pi$	№(.) в каждом периоде $q = \varphi_n / \varphi_l$	Значение терма в атоме Качество электронов $q = \lambda_n \cdot \varphi \cdot Z / ch$	$nlnl$ – квантовые числа молекулы (по состояниям Ридберга)
φ	$\hbar = h / 2\pi$ (360°) ⁹	$\varphi_l = \varphi / q$ (45°)	$\varphi_l = \pi / 4$ (45°)	$h = \pi \cdot \lambda_n \cdot Z / 4c$ (45°)	$\varphi_m = \arctg K_i$
E	$E = hv$	$E = Z \cdot \varphi / q$	$E_\varphi = \varphi_l \cdot Z$	$E_n = ch / \lambda_n$	$E_m = K_i \sum E_n$

Приведенные в табл. 6 корреляции между величинами ИМ и схемой LS для одноэлектронного атома позволили сопоставлять известные ранее и полученные соотношения. Отсюда следовало, что размерности $[E]$ и $[Z]$ тождественны, но Z могло указывать на число фотонов, численно сопоставимое в ИМАП с главным квантовым числом n в приближении одноэлектронной схемы LS.

Свет, цвет и человек

Возвращаясь к поставленной цели, а также отвечая на перманентный вопрос оппонентов хроматизма («А хочет ли, собственно, гуманитарная и/или виртуально-квантовая тео-

7 Схема Рассела-Саундерса работает в кулоновском поле ядра одноэлектронного атома, т. е. с правилами отбора для дипольного излучения $\Delta J = 0, \pm 1$ и $\Delta m = 0, \pm 1$ [Ельяшевич, 2001, 117].

8 Квантовое число 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 ($2n^2$).

9 Проекция векторов L, S, J в LS-схеме квантуется кратными \hbar (углам 360°) [Шмидт, 2007, 38, 212].

рия *стать наукой*»), мы попытались обосновать следующие положения. Прежде всего, в перспективах построения естественной картины мира (не разделенной формальной логикой) все более и более актуальным становится тезис о необходимости представить хотя бы ареал единой науки о развивающейся личности в целостном мире субъект-объектных отношений психофизической культурантропологии. Что для этого требовалось? И чего мы достигли?

Оказалось, что идеальный план света можно выразить через произведение связанной информации I и потенциала поля U . Поскольку известные тезисы о ноосферном характере знаний человечества можно было сопоставить с цивилизационным уровнем культуры, то включение в потенциал поля гуманитарных аспектов знаний позволяло предполагать, что величина U может влиять на величину информации при значениях энергии, задаваемых эпохами Нового и Новейшего времени. Гуманитарные же аспекты света и, в частности, цветовые каноны различных культур (разделенных тысячелетиями и тысячами километров) воспроизводились независимо от каких-либо миграционных влияний (К. Леви-Стросс). Воспроизводимость – критерий науки. Аналогично воспроизводились и длины волн, и энергии фотонов, образующих свет. Быть может, совмещение этой информации приведет к созданию новой архитектуры компьютера, которой сегодня характеризуется лишь естественный интеллект, тысячелетиями формирующийся под влиянием света?

В самом деле, представленные выше ИМ позволяли ставить такой вопрос. Ибо если информация – согласованное распределение кодов источника по релевантным кодам приемника, то формализация гуманитарных аспектов света в хроматизме было приведена нами в определенное соответствие с его естественнонаучными коррелятами. Так, длины волн и энергия фотонов могут быть выражены через натурные квантовые числа для атомов благодаря ИМАП и для молекул в согласии с ИМ аддитивности термов (ИМАТ). Гуманитарные же параметры света по известным ИМ были формализованы через хром-планы (χ) человека/общества/культуры и определялись релевантными диапазонами длин волн $\Delta\lambda$ и/или энергией фотонов $\Delta h\nu$, представленными спектром солнечного света (табл. 7).

Таблица 7. Соотносимость языков науки и культуры

Цветность	$\Delta\lambda$, нм	$\Delta h\nu$, эВ	χ
Пурпур	700-790	1,57-1,77	M_f
Красный	620-700	1,77-2,00	S_m
Оранжевый	580-620	2,00-2,14	S_a
Желтый	565-580	2,14-2,19	S_f
Зеленый	510-565	2,19-2,43	M_m
Голубой	480-510	2,43-2,58	Id_f
Синий	450-480	2,58-2,76	Id_a
Фиолет	395-450	2,76-3,14	Id_m

Во-первых, свет, как и человек, оказался настолько внутренне оппозиционно-компаративным, что достаточно емко характеризовался известным представлением о периодическом взаимозамещении оппозиционных χ -планов (Id-, Ma, Mt, S) в качестве феноменально определяемых доминант (см. рис. 1). Так, культура (Id-) и язык (Mt) в своем развитии периодически проходят через доминирование стадий становления и разрушения. Человек нередко поступает иррационально (S) по отношению к природе (Ma), хотя исходит из прагматических (Mt) соображений. К примеру, рационален ли человек, если поступает иррационально? Рациональны ли толкования парадоксальной (иррациональной) фазы сновидений?

Здесь-то нам и пришлось столкнуться с тем, что одновременное функционирование χ -планов в определенном соотношении и у света, и у человека оказалось зависящим от граничных условий существования системы. И свет, и человек сами по себе сущностно включают оппозиционные χ -планы, тогда как при встрече с непредвидимым обстоятельством (свет с веществом, человек с экстремальными условиями и т. п.) проявляют свои односторонние характеристики.

Во-вторых, для хроматического описания (строго говоря, для информационного моделирования этих явлений) нам пришлось вполне осознанно упрощать «слишком точные» теоретические знания с целью привести накопившиеся противоречия/парадоксы в соответствие с природой и/или опытом. Именно включение аппроксимации в методологию хроматизма позволило производить адекватные замены сложных и/или виртуальных объектов на релевантные χ -планы. Исследование же системно-функциональных свойств сложных объектов на уровне χ -планов и привело нас к достижению поставленной цели.

В-третьих, следует еще раз подчеркнуть, что в методологии хроматизма основную роль играют базовые принципы относительного детерминизма и системно-функциональный анализ. 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, ИМАП, ИМАТ нет вероятностей (фактор статистики), а есть строгая воспроизводимость (критерий науки).

Вообще говоря, любая неопределенность ограничивает возможности познания мира, проигрывая в этом плане классическому взгляду на мир. В самом деле, выше мы видели, что идеальный план любой макро- и микросистемы не может быть структурирован из-за сущностной функции информации, что, в свою очередь, и ведет к построению их информационных моделей исключительно на системно-функциональном уровне.

Необходимо особо отметить, что *принцип неопределенности* элиминируется строгими методиками спектроскопии, в которых и λ , и $E(I)$ всегда и во всем строго воспроизводимы при заданных граничных условиях. Для квантовой механики этот принцип, быть может, и существует, ибо *вероятность коррелирует с неопределенностью и/или многозначностью*,

как мы видели выше. И это вполне обоснованно для механических (структурных) параметров как характеристик онтологически материального плана микрообъектов при 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. Именно это указывает на веками исповедуемую аксиому, согласно которой в науке следовало бы отличать «вероятность переходов» от «вероятностной формализации их определения».

В связи с этим остается сопоставить мысли Л. Витгенштейна и/или Н. Бора с поистине научным подходом А. Эйнштейна к «правилам игры» «слов» и «реальности», в частности «одноэлектронного приближения» и многоэлектронных атомов. Безусловно, полученные выше соотношения и эмпирические корреляции ИМИ, ИМК, ИМАП, ИМАТ требуют дальнейшей разработки и обдумывания того, каким путем можно наиболее безболезненно и плодотворно перевести классификацию одноэлектронного приближения на язык многоэлектронного атома и т. д.

При этом всегда следует учитывать необходимость верификации полученных информационных моделей, *чтобы не скатываться в метафизический раздел квантовой механики*, 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» [Клышко, 1994, 1212].

Заключение

Новый подход для построения информационных моделей излучения (ИМИ), квантования (ИМК), атомного поглощения (ИМАП) и аддитивности термов (ИМАТ) благодаря зависимостям между световыми и тригонометрическими функциями (ТФ) связал проекцию естественных источников света и поглощающих это излучение атомов. Данное положение было подтверждено верификацией информационной связи между атомными термами и узловыми точками ТФ путем проведения линейных регрессий, позволяющих давать достоверные предсказания неизвестных термов и/или их классификации. Благодаря ИМК и ИМАП представлена потенциальная альтернатива одноэлектронной классификации многоэлектронных атомов и молекул.

Вообще говоря, эта альтернатива вполне вписывается в историю развития культуры. Так, к примеру, в теории и практике цвета человечество прошло многовековую путь от идеализма Платона до реализма Аристотеля, от реализма Ньютона до романтизма Гете, от импрессионизма Моне и представлений Максвелла до гипотез Эйнштейна-Планка и кубизма Пикассо, от пуантилизма Сислея и опарта Вазарелли до сюрреализма Кафки-Дали-Магритта, от постмодернизма Уорхола до формализм-парадоксов «постквантовой» теории. Примеры

формального vs творческого мышления в культуре и, в частности, в квантовой оптике достаточно наглядно показали, что квантовая теория виртуально расширяет наши возможности познания мира, проигрывая в этом плане классическому взгляду на мир. С другой стороны, классическая физика позволяет измерять величины, тогда как центральное для квантовой теории соотношение неопределенностей лишает такой возможности – аналогично виртуально-возможным образам Дали или Кирико, ибо свет – никак не структурируемый Ма-план, а функциональный Ид-план, онтологически проявляющий и материальные (относительно потенциала), и идеальные (относительно вещества) свойства.

Можно полагать, что дальнейшее изучение ИМИ, ИМК, ИМАП, ИМАТ 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 двусторонних представлениях квантовой оптики и/или в весьма размытом понятии «человек».

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. В частности, ТФ 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.

Именно здесь субъект интеллектуального пространства культуры оказался релевантным объекту внешней среды, подтверждая единство кодов культуры и природы в художественных и/или научных практиках. Выявленные же выше хроматически общие предикаты для физических ($h\nu$, ϕ) и гуманитарных (*цвет*, *χ-планы*) практик оказались связанными единым критерием размерности $[LIT]$ при соотношении релевантности разнородных языков I и II порядка, что с максимальной наглядностью было обосновано для видимой области солнечного света.

Таким образом, человек и свет представляют собой информационное единство природы и человечества в противоречивом развитии языков культуры и науки. Поскольку же 2017 год объявлен годом экологии, то будем надеяться, что человечеству удастся найти единый язык природы собственного интеллекта и его окружения для их экологически-гармонического сочетания.

Благодарности

Искренняя признательность В.Н. Паку и В.В. Степанову за плодотворные консультации.

Библиография

1. Бердяев Н.А. О назначении человека. Париж: Современные записки, 1931. 320 с.
2. Ганкин В.Ю., Ганкин Ю.В. Общая химия. XXI век. СПб.: Химиздат, 2011. 328 с.
3. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 896 с.
4. Жинкин Н.И. Четыре коммуникативные системы и четыре языка // Теоретические проблемы прикладной лингвистики. М.: МГУ, 1965. С. 7-32.
5. Ионов С.П., Кузнецов Н.Т. Возбужденное и ионизованное состояния H_2 (H_2^+ и H_2^-) в рамках структурно-термодинамической модели // Журнал неорганической химии. 2005. Т. 50. № 2. С. 273-277.
6. Кант И. Основы метафизики нравственности. М.: Мысль, 1994.
7. Кикоин И.К. (ред.) Таблицы физических величин. М.: Атомиздат, 1976. 1008 с.
8. Клышко Д.Н. Квантовая оптика: квантовые, классические и метафизические аспекты // Успехи физических наук. 1994. Т. 164. № 11. С. 1187-1214.
9. Лазарев Д.Н. (ред.) Международный светотехнический словарь. М.: Русский язык, 1979. 280 с.
10. Мамчур Е.А. Информационно-теоретический поворот в интерпретации квантовой механики // Вопросы философии. 2014. № 1. С. 57-71.
11. Мешков В.В. Основы светотехники. М.: Энергия, 1979. Ч. 1. 368 с.
12. Раутиан С.Г., Яценко А.С. Диаграммы Гротриана // Успехи физических наук. 1999. Т. 169. № 2. С. 217-220.
13. Родин А.В. Программный реализм в физике и основания математики. Часть 2: Неклассическая и неоклассическая наука // Вопросы философии. 2015. № 5. С. 58-68.
14. Серов Н.В. Культура гетеанства и цивилизация (Часть 1) // Культура и цивилизация. 2013. № 3-4. С. 81-107.
15. Серов Н.В. Метод расчета молекулярных постоянных. Л.: ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 1982. 48 с.
16. Серов Н.В. Электронные термы простых молекул // Оптика и спектроскопия. 1984. № 3. С. 390-403.
17. Симонович С.В. и др. Информатика. СПб.: Питер, 2000. 640 с.
18. Стриганов А.Р., Свентицкий Н.С. Таблицы спектральных линий. М.: Атомиздат, 1966. 900 с.
19. Хантли Г. Анализ размерностей. М.: Мир, 1970. 176 с.
20. Ходанович А.И., Сорокина И.В., Соколов Д.А. Оптико-механическая аналогия в задачах оптимизации // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-2. URL: <http://www.science-education.ru/125-r20101>

21. Черч А. Введение в математическую логику. М.: Издательство иностранной литературы, 1960. 486 с.
22. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. М.: Техносфера, 2007. 368 с.
23. Юревич А.В. Объяснение в психологии // Психологический журнал. 2006. Т. 27. № 1. С. 97-106.
24. Barbieri M. The organic codes: an introduction to semantic biology. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002. 316 p.
25. Briggs G.A.D., Butterfield J.N., Zeilinger A. The Oxford Questions on the foundations of quantum physics // Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, physical and engineering sciences. 2013. Vol. 469. No. 2157. URL: <http://rspa.royalsocietypublishing.org/content/469/2157/20130299.full.pdf+html>
26. Brown T.L. et al. Chemistry: the central science. Boston: Prentice Hall, 2012. 1196 p.
27. Constants of diatomic molecules: NIST Standard Reference Data, 2008. URL: <http://physics.nist.gov/PhysRe/Data>
28. Fine A. The shaky game: Einstein, realism and the quantum theory. Chicago: University of Chicago Press, 1986. 186 p.
29. Frege G. Collected papers on mathematics, logic, and philosophy. Oxford: Basil Blackwell, 1984. 412 p.
30. George R.E., Robledo L.M., Maroney O.J.E., Blok M.S., Bernien H., Markham M.L., Twitchen D.J., Morton J.J.L., Briggs G.A.D., Hanson R. Opening up three quantum boxes causes classically undetectable wavefunction collapse // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2013. Vol. 110. No. 10. P. 3777-3781.
31. Lefebvre-Brion H., Field R.W. The spectra and dynamics of diatomic molecules. Amsterdam: Elsevier, 2004. 766 p.
32. Meggers W.F. Tables of spectral-lines intensities. Washington: NBS, 1975. URL: <https://www.nist.gov/pml/molecular-spectroscopic-data>
33. Petersen A. The philosophy of Niels Bohr // French A.P., Kennedy P.J. (eds.) Niels Bohr: a centenary volume. Harvard: Harvard University Press, 1985. P. 299-310.
34. Sansonetti J.E., Martin W.C. Handbook of basic atomic spectroscopic data // Journal of physical and chemical reference data. 2005. Vol. 34. No. 4. P. 1559-2259.
35. Serov N.V. An information model of light quantization // Automatic documentation and mathematical linguistics. 2016. Vol. 50. No. 3. URL: <http://link.springer.com/article/10.3103/S0005105516030055>
36. Timpson C.G. Information, immaterialism, instrumentalism: old and new in quantum information. URL: http://users.ox.ac.uk/~bras2317/iii_2.pdf
37. Wittgenstein L. Remarks on colour. Berkeley: University of California Press, 1977. 128 p.

Language, information and the culture of science (part 2)

Nikolai V. Serov

Doctor of Culturology,
D.S. Rozhdestvensky Optical Society,
199034, 8 Birzhevaya line, St. Petersburg, Russian Federation;
e-mail: n.serov@gmail.com

Abstract

The article describes the possibilities and restrictions faced in the process of the creation of an actual culturological area of the sciences about the nature and man. The elimination of the polysemantic limitation and hypothetical humanitarian discourse (from the point of view of chromatism, computer science and semantic logic) has been reached thanks to the construction of information models for those systemic functional communications of ontologically ideal predicates that are connected with their material denotations in the system. Information models of radiation and light absorption enable, firstly, to identify the semantics of the concepts "quantum" and "photon", secondly, to show the metaphysical character of representations about the wave function and, thirdly, to demonstrate the universal character of reflexion by tangential functions of characteristic properties of the absorbed (perceived) information. This leads to the construction of a meta-language that quite unequivocally establishes functional communications between diverse plans of difficult analysis systems, which are characteristic of the studied phenomenon, under boundary conditions. Intensional semantics of this meta-language (due to the universals of the created information models) enables to add known techniques and/or theories with the intrinsic additions based on experience. As a result, the author presents a possible area of a uniform science about the subject-objective relations of psychophysical culturanthropology.

For citation

Serov N.V. (2017) Slovo, informatsiya i kul'tura nauki (chast' 2) [Language, information and the culture of science (part 2)]. *"Belye pyatna" rossiiskoi i mirovoi istorii* ["White Spots" of the Russian and World History], 4-5, pp. 77-98.

Keywords

Languages and meta-languages of science, chromatism, semantic logic, information models, language formalisation, spectrum, quantum, photon.

References

1. Barbieri M. (2002) *The organic codes: an introduction to semantic biology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

2. Berdyaev N.A. (1931) *O naznachanii cheloveka* [The destiny of man]. Paris: Sovremennye zapiski Publ.
3. Briggs G.A.D., Butterfield J.N., Zeilinger A. (2013) The Oxford Questions on the foundations of quantum physics. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, physical and engineering sciences*, 469 (2157). Available at: <http://rspa.royalsocietypublishing.org/content/469/2157/20130299.full.pdf+html> [Accessed 16/06/17].
4. Brown T.L. et al. (2012) *Chemistry: the central science*. Boston: Prentice Hall.
5. Church A. (1956) *Introduction to mathematical logic*. Princeton: Princeton University Press. (Russ. ed.: Church A. (1960) *Vvedenie v matematicheskuyu logiku*. Moscow: Izdatel'stvo inostranoi literatury Publ.)
6. *Constants of diatomic molecules: NIST Standard Reference Data, 2008*. Available at: <http://physics.nist.gov/PhysRe/Data> [Accessed 16/06/17].
7. El'yashevich M.A. (2001) *Atomnaya i molekulyarnaya spektroskopiya* [Atomic and molecular spectroscopy]. Moscow: Editorial URSS Publ.
8. Fine A. (1986) *The shaky game: Einstein, realism and the quantum theory*. Chicago: University of Chicago Press.
9. Frege G. (1984) *Collected papers on mathematics, logic, and philosophy*. Oxford: Basil Blackwell.
10. Gankin V.Yu., Gankin Yu.V. (2007) *Twenty-first century general chemistry*. Boston: Institute of Theoretical Chemistry. (Russ. ed.: Gankin V.Yu., Gankin Yu.V. (2011) *Obshchaya khimiya. XXI vek*. St. Petersburg: Khimizdat Publ.)
11. George R.E., Robledo L.M., Maroney O.J.E., Blok M.S., Bernien H., Markham M.L., Twitchen D.J., Morton J.J.L., Briggs G.A.D., Hanson R. (2013) Opening up three quantum boxes causes classically undetectable wavefunction collapse. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110 (10), pp. 3777-3781.
12. Huntley H. (1967) *Dimensional analysis*. New York: Dover Publications. (Russ. ed.: Huntley H. (1970) *Analiz razmernosti*. Moscow: Mir Publ.)
13. Ionov S.P., Kuznetsov N.T. (2005) Vozbuzhdennoe i ionizovannoe sostoyaniya N_2 (N_2^+ i N_2^-) v ramkakh strukturno-termodynamicheskoi modeli [Excited and ionised (H_2^+ and H_2^-) states of H_2 in terms of the structural thermodynamic model]. *Zhurnal neorganicheskoi khimii* [Russian journal of inorganic chemistry], 50 (2), pp. 273-277.
14. Kant I. (1785) *Die Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*. URL: <http://www.morelightinmasonry.com/wp-content/uploads/2014/06/Kant-Grundlegung-Zur-Metaphysik-Der-Sitten.pdf> (Russ. ed.: Kant I. (1994) *Osnovy metafiziki npravstvennosti*. Moscow: Mysl' Publ.)
15. Khodanovich A.I., Sorokina I.V., Sokolov D.A. (2015) Optiko-mekhanicheskaya analogiya v zadachakh optimizatsii [Optical-mechanical analogy in optimisation problems]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 1-2. Available at: <http://www.science-education.ru/125-r20101> [Accessed 16/06/17].

16. Kikoin I.K. (ed.) (1976) *Tablitsy fizicheskikh velichin* [Tables of physical quantities]. Moscow: Atomizdat Publ.
17. Klyshko D.N. (1994) Kvantovaya optika: kvantovye, klassicheskie i metafizicheskie aspekty [Quantum optics: quantum, classical and metaphysical aspects]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in physical sciences], 164 (11), pp. 1187-1214.
18. Lazarev D.N. (ed.) (1979) *Mezhdunarodnyi svetotekhnicheskii slovar'* [International lighting vocabulary]. Moscow: Russkii yazyk Publ.
19. Lefebvre-Brion H., Field R.W. (2004) *The spectra and dynamics of diatomic molecules*. Amsterdam: Elsevier.
20. Mamchur E.A. (2014) Informatsionno-teoreticheskii povorot v interpretatsii kvantovoi mekhaniki [The information-theoretic turn in the interpretation of quantum mechanics]. *Voprosy filosofii* [Issues of philosophy], 1, pp. 57-71.
21. Meggers W.F. (1975) *Tables of spectral-lines intensities*. Washington: NBS. Available at: <https://www.nist.gov/pml/molecular-spectroscopic-data> [Accessed 16/06/17].
22. Meshkov V.V. (1979) *Osnovy svetotekhniki* [The basics of lighting technology], Part 1. Moscow: Energiya Publ.
23. Petersen A. (1985) The philosophy of Niels Bohr. In: French A.P., Kennedy P.J. (eds.) *Niels Bohr: a centenary volume*. Harvard: Harvard University Press, pp. 299-310.
24. Rautian S.G., Yatsenko A.S. (1999) Diagrammy Grotriana [Grotrian diagrams]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in physical sciences], 169 (2), pp. 217-220.
25. Rodin A.V. (2015) Programmnyi realizm v fizike i osnovaniya matematiki. Chast' 2: Neklassicheskaya i neoklassicheskaya nauka [Programmatic realism in physics and the foundations of mathematics. Part 2: Non-classical and neo-classical science]. *Voprosy filosofii* [Issues of philosophy], 5, pp. 58-68.
26. Sansonetti J.E., Martin W.C. (2005) Handbook of basic atomic spectroscopic data. *Journal of physical and chemical reference data*, 34 (4), pp. 1559-2259.
27. Schmidt W. (2005) *Optical spectroscopy in chemistry and life sciences*. Weinheim: Wiley-VCH. (Russ. ed.: Schmidt W. (2007) *Opticheskaya spektroskopiya dlya khimikov i biologov*. Moscow: Tekhnosfera Publ.)
28. Serov N.V. (1982) *Metod rascheta molekulyarnykh postoyannykh* [A method of calculation of molecular constants]. Leningrad: Ioffe Physical Technical Institute.
29. Serov N.V. (1984) Elektronnye termy prostykh molekul [Electronic terms of simple molecules]. *Optika i spektroskopiya* [Optics and spectroscopy], 3, pp. 390-403.
30. Serov N.V. (2013) Kul'tura geteantstva i tsivilizatsiya (Chast' 1) [Goethe's culture and civilization (Part 1)]. *Kul'tura i tsivilizatsiya* [Culture and Civilization], 3-4, pp. 81-107.
31. Serov N.V. (2016) An information model of light quantization. *Automatic documentation and mathematical linguistics*, 50 (3). Available at: <http://link.springer.com/article/10.3103/S0005105516030055> [Accessed 16/06/17].

32. Simonovich S.V. et al. (2000) *Informatika* [Computer science]. St. Petersburg: Piter Publ.
33. Striganov A.R., Sventitskii N.S. (1966) *Tablitsy spektral'nykh linii* [Tables of spectral lines]. Moscow: Atomizdat Publ.
34. Timpson C.G. *Information, immaterialism, instrumentalism: old and new in quantum information*. Available at: http://users.ox.ac.uk/~bras2317/iii_2.pdf [Accessed 16/06/17].
35. Wittgenstein L. (1977) *Remarks on colour*. Berkeley: University of California Press.
36. Yurevich A.V. (2006) Ob"yasnenie v psikhologii [Explanation in psychology]. *Psikhologicheskii zhurnal* [Psychological journal], 27 (1), pp. 97-106.
37. Zhinkin N.I. (1965) Chetyre kommunikativnye sistemy i chetyre yazyka [Four communicative systems and four languages]. In: *Teoreticheskie problemy prikladnoi lingvistiki* [Theoretical problems of applied linguistics]. Moscow: Moscow State University, pp. 7-32.