

ВЕСТНИК Российского университета дружбы народов

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1993 г.

Серия
ФИЛОСОФИЯ

2009, № 3

Серия издаётся с 1997 г.

Российский университет дружбы народов

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КОСМОЛОГИИ

Павленко А.Н. Принцип «наблюдаемости»: почему нереализуема теория бесконечной Вселенной? 5

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ

Антипенко Л.Г. Единство микрокосма и макрокосма. Новый подход к решению старого мировоззренческого вопроса 16

Князев В.Н. Философские аспекты фундаментальных парадигм в физике 24

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЭТИКИ И ЛИНГВИСТИКИ

Найдыш В.М., Гнатик Е.Н. Философские проблемы антропогенетики и геномной инженерии (статья вторая) 31

Силуянова И.В. Почему «организм» этики отторгает эмбриональные стволовые клетки? 40

Барышников П.Н. Становление лингвистики как самостоятельной науки 50

ЛОГИКО-ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

Васюков В.Л. Онтология квантовой математики 57

Хаханян В.Х. Появление и развитие формализованных интуиционистских теорий математического анализа 71

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

Анисов А.М. Креативная недетерминированная вычислимость	80
Ледников Е.Е. Динамическая логика знания DK_{gr} : её металогические характеристики	93
Павлов С.А. Исходные положения теории истины с оператором истинности	100

ФИЛОСОФСКАЯ ЖИЗНЬ

Дуденкова И.В., Гнатик Е.Н. Обзор конференции «Наука и квазинаучные формы культуры»	114
--	-----

© Российский университет дружбы народов, Издательство, 2009

© «Вестник Российского университета дружбы народов», 2009

BULLETIN

SCIENTIFIC JOURNAL

of Peoples' Friendship University of Russia

Founded in 1993

Series

PHILOSOPHY

2009, N 3

Series founded in 1997

Peoples' Friendship University of Russia

CONTENTS

PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF COSMOLOGY

Pavlenko A.N. Principle of «Observability»: Why Cannot the Theory of the Infinite Universe be Realized? 5

PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF PHYSICS

Antipenko L.G. The Unity of Microcosm and Macrocosm. A New Approach to the Solution of the Old World Outlook question 16

Knyazev V.N. Philosophical Aspects of Fundamental Paradigms in Physics 24

PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF BIOETHICS AND LINGUISTICS

Naydysh V.M., Gnatik E.N. Philosophical Problems of Human Genetics and Gene Engineering (The Second Article) 31

Siluyanova I.V. Why Does the «Organism» of Ethics Rejects the Embryo Stem Cells? 40

Baryshnikov N.P. Philosophical Problems of Linguistics 50

LOGICAL-PHILOSOPHICAL FOUNDATIONS OF MATHEMATICS

Vasyukov V.L. An Ontology of Quantum Mathematics 57

Khakhanyan V.Kh. Appearance and Development of Formal Intuitionistic Theories of Mathematical Analysis 71

MATHEMATICAL LOGIC

Anisov A.M. A Creative Nondeterministic Computability	80
Lednikov E.E. Dynamic Logic of Knowledge DK_{pr} : its Metalogical Properties	93
Pavlov S.A. Basis Statements of the Truth Theory with the Truth Operator	100

PHILOSOPHICAL LIFE

Dudenkova I.V., Gnatik E.N. Conference Review «Science and Pseudo-Scientific Forms of Culture»	114
---	-----

© Peoples' Friendship University of Russia, Publishing House, 2009

© «Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia», 2009

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КОСМОЛОГИИ

ПРИНЦИП «НАБЛЮДАЕМОСТИ»: ПОЧЕМУ НЕРЕАЛИЗУЕМА ТЕОРИЯ БЕСКОНЕЧНОЙ ВСЕЛЕННОЙ*?

А.Н. Павленко

Кафедра онтологии и теории познания
Факультет гуманитарных и социальных наук
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 10а, Москва, Россия, 117198

Отдел философии науки и техники
Институт философии РАН
Волхонка, 14, Москва, Россия, 199991

В работе показано, что в космологических теориях выполняется эпистемологическая зависимость: все шаги космологии на пути утверждения её статуса как естественной науки *обратно пропорциональны* её же шагам по введению бесконечных значений физических величин. Так, введение бесконечности в описание Вселенной в рамках ньютоновской космологии приводит к фотометрическому и гравитационному парадоксам. Для элиминации парадоксов релятивистская космология *опять* вынуждена вводить представления о характеристиках Вселенной, имеющих бесконечно малые или большие значения космологических величин. Эта же трудность характерна для инфляционного и хаотического сценариев описания Вселенной.

Ключевые слова: Вселенная, философия космоса, космология, принцип наблюдаемости.

Введение

Вопрос о том, «Каков окружающий нас мир?», имеет множество ответов, причем большинство из них связано с естествознанием. Однако если мы придадим этому вопросу более конкретную форму: «Каков окружающий нас мир: конечный или бесконечный?», то будем вынуждены констатировать, что только одна *естественная наука* в состоянии предложить на него осмысленный ответ. Эта наука — космология. Почему? Потому, что прерогативой космологии всегда было рассмотрение природного мира с точки зрения его *целостности*. Предмет космологии до сих пор принято связывать с «физико-геометрическими характеристиками *Вселенной как целого*» (1). Понятно, что предмет современной космо-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ: проект № 09-03-00125а.

логии существенно отличается от предмета космологии, скажем, в античности, однако и тогда, и сейчас вопрос о том, является ли наблюдаемый мир конечным или бесконечным, всегда сохранял свою актуальность. В настоящей работе мы ставим перед собой задачу продемонстрировать *эпистемологическую нереализуемость теории бесконечной Вселенной*. Для этого нам потребуется сделать несколько предварительных допущений: 1) утверждение о нереализуемости относится только к *европейской космологии*; 2) утверждение «*быть реализованной теорией*» не тождественно утверждению «*быть сконструированной теорией*».

Понятно, что «*сконструировать*» можно, в определенном смысле, «любую» теорию, однако сделать *теорию реализуемой, то есть получающей некоторое наблюдательное и экспериментальное подтверждение и лишённую внутренних противоречий*, удаётся далеко не всегда. В этой связи и представляет интерес вопрос о том, какого класса теории — теории конечной (ограниченной) Вселенной или теории бесконечной (безграничной) Вселенной — оказываются не только наиболее реализуемыми, но, если говорить строже, — *в принципе* реализуемыми? Не получается ли так, что *бесконечные значения* каких-либо величин служат своеобразным индикатором их нереалистичности и, соответственно, нереализуемости?

Понятно, что естественным стремлением исследователей во все времена было желание «раздвинуть границы» эмпирически наблюдаемого мира. Но вело ли это к обнаружению бесконечной Вселенной? Начнем рассмотрение с первой попытки, предпринятой в европейской космологии в Новое время.

Попытка реализовать теорию бесконечной Вселенной в ньютоновской парадигме

С развитием механики, теории гравитации, оптики и других разделов физики и математики формируется так называемая ньютоновская космологическая парадигма, которая господствовала начиная с 17 столетия вплоть до конца XIX в. Её отличительной особенностью, в сравнении, например, с коперниканской, была ориентированность на физическое объяснение устройства Вселенной в границах наблюдаемых тел солнечной системы. Ньютон формулирует закон тяготения, целью которого было дать физическое объяснение движения планет вокруг Солнца по эллиптическим орбитам, подчиняющегося, в свою очередь, законам Кеплера.

В основании такого объяснения лежали несколько представлений, которые подразумевались, но в явном виде не формулировались. Что это за представления? Назовем их: 1) *Вселенная бесконечна*, следовательно, она не может быть чем-то *целым*; 2) любые изменения в бесконечной Вселенной имеют *локальный характер*; 3) *Вселенная*, рассмотренная как всё существующее (Универсум), *неизменна*.

Физическая космология XVII—XIX столетий ещё *не рассматривалась как точная наука*, ибо не имела собственного объекта, который был бы выражен в космологических уравнениях, оставаясь включённой в «тело» астрономии в качестве раздела общего знания о звёздном небе. Однако уже в XIX веке были осуществлены две теоретические попытки уточнить объект космологии — экстраполировать ньютоновскую космологическую картину мира на бесконечную Вселенную. И обе привели к космологическим парадоксам — *фотометрическому и гравитационному*.

Фотометрический парадокс Г. Ольберса (1826)

Суть парадокса Генриха Ольберса (1758—1840) состояла в следующем. Допустим, что идея Ньютона о бесконечной вселенной верна. Теперь произведём мысленный эксперимент. Представим, что пространство вокруг Земли окружено огромной сферой (имеющей большой радиус). В этом случае внутри этой сферы должно оказаться какое-то количество звёзд, которые придадут этой сфере некоторую яркость. Теперь удвоим радиус сферы. Если допустить, что все звёзды одинаковы по своей яркости и равномерно распределены в пространстве, то при удвоении радиуса должна увеличиться и яркость ночного неба. При такой операции яркость самых далеких звёзд уменьшится в 4 раза, поскольку она зависит от расстояния $1/r^2$, но из-за того, что количество звёзд прямо пропорционально объёму сферы, то есть r^3 , то поэтому общая яркость ночного неба всё равно возрастёт. Если мы и далее будем продолжать эту процедуру, то, в конце концов, будем вынуждены признать следующий вывод: ночное небо должно быть таким же ярким, как наше Солнце! Возникал парадокс (противоречие) между данными наблюдаемого ночного неба и выводом Ольберса, опирающегося на допущение о достоверности ньютоновских представлений о Вселенной (2).

Гравитационный парадокс Зеелигера (Seeliger) (1895)

Созданная Ньютоном теория гравитации давала достаточно точное объяснение причины движения планет вокруг Солнца по законам Кеплера. Ведь, например, сам Кеплер, не имея этого объяснения, был вынужден объяснять движение планет наличием «космических магнитных вихрей».

Здесь следует зафиксировать, что приложение гравитационной теории Ньютона к объяснению движения тел в Солнечной системе дало ряд замечательных научных результатов, среди которых, например, предсказание существования такой планеты, как Нептун.

Однако на этом общем благоприятном фоне возникла трудность: если допустить, что в *бесконечной* Вселенной выполняется закон всемирного тяготения и она равномерно заполнена веществом, то мы приходим к удивительному выводу, на который и обратил внимание Хуго фон Зеелигер (1849—1924). Вывод заключается в том, что если верна гипотеза о бесконечной Вселенной и верно допущение о том, что она в среднем равномерно заполнена веществом, то материя во Вселенной давно должна была бы под действием силы притяжения, по закону Ньютона, собраться в центре, где плотность была бы огромной, и, наоборот, при удалении в бесконечность плотность материи приближалась бы к нулю. Математически это выражалось следующим образом: в теории тяготения Ньютона гравитационный потенциал φ удовлетворяет уравнению Пуассона $\Delta\varphi = 4\pi G\rho$, где G — гравитационная постоянная, ρ — плотность вещества. Решение этого уравнения имеет вид

$$\varphi = G \int \rho dV / r + C,$$

где r — расстояние между объёмом dV и точкой, в которой определяется потенциал φ , C — произвольная константа.

Если допустить, что r стремится к бесконечности, а плотность вещества убывает быстрее, чем по $1/r^2$, то интеграл сходится и потенциал *можно определить*. Если же с увеличением расстояния плотность вещества уменьшается медленнее, чем по $1/r^2$ — а так и должно было бы быть в *бесконечной* однородной Вселенной — то интеграл расходится и *потенциал определить нельзя*. Выходом мог бы быть случай, когда средняя плотность вещества во Вселенной $\rho = 0$.

Однако, рассуждал Зеелигер, этого мы не наблюдаем. Следовательно, *или она не бесконечна, или вещество в ней не распределено равномерно, или то и другое вместе*. Зеелигер пытался спасти положение допущением о том, что сила притяжения убывает быстрее, чем по ньютоновскому закону $1/r^2$.

Необходимо признать, что и сам Ньютон, будучи проницательным учёным, не мог не обдумывать подобную ситуацию. В переписке с Ричардом Бентли он уже обсуждал эту трудность (3).

Преодолеть парадокс, с которым столкнулась, «бесконечная Вселенная» Ньютона, пытался и Шарль в самом начале XX века, допустив, что «плотность звёзд уменьшается по мере удаления в пространство» (4) и что «материя во Вселенной, хотя и бесконечна, но в то же время ее средняя плотность по мере удаления стремится к нулю» (5). Это положение из теории тяготения Ньютона не вытекает, а поэтому является *ad hoc* допущением, призванным спасти «закон Ньютона» от гравитационного парадокса.

Искусственность допущений, которые не подкреплялись никакими наблюдательными данными, фактически стимулировала поиски альтернативных объяснений, в которых бы эта проблема решалась естественным образом, как простое следствие решения уравнений.

Решение (устранение) парадоксов ньютоновской космологии

Для преодоления парадоксов, как мы знаем уже сегодня, потребовалось создание совершенно новой теоретической основы, в роли которой выступила новая теория гравитации (1915—1917 гг.). Согласно этой теории вводились новые представления о свойствах пространства, времени и материи. Характеристики мира описывались космологическим уравнением Эйнштейна

$$R_{ik} - 1/2 g_{ik}R = \kappa/c^2 T_{ik} + g_{ik}\Lambda,$$

где R_{ik} — тензор Риччи, R — его след (оба они функции от g_{ik}), T_{ik} — тензор энергии-импульса материи, Λ — член, эквивалентный дополнительному члену в тензоре энергии-импульса.

Решение этого уравнения обладало рядом особенностей (6): 1) при решении уравнения масштабный фактор a оказывался равным нулю, так как $da/dt = 0$. Другими словами, Вселенная согласно этому уравнению оказывалась неэволюционирующей — *статичной*; 2) впервые в истории новейшей космологии её уравнение описывало *всю* Вселенную, то есть включало в себя *всё* вещество и излучение, её наполняющие; 3) такой статичный мир автоматически оказывался *замкнутым*; 4) в уравнение вводился дополнительный параметр — Λ , который оказывался су-

щественным только в масштабе всей Вселенной. Поэтому он получает название «космологической постоянной». Внегалактические наблюдения ограничивают Λ величиной порядка $|\Lambda| \leq 10^{-55} \text{ см}^{-2}$. Другими словами, лабораторное наблюдение оказывалось невозможным.

Для чего Эйнштейну понадобилось вводить Λ член? Я.Б. Зельдович замечает, что Эйнштейн считал желательным найти *статическое решение с замкнутой геометрией трехмерного мира* (7).

Созданная модель статичной Вселенной с описанными выше свойствами — статичностью, замкнутостью пространства и конечностью радиуса, объема, количества материи — впервые позволила иметь дело с завершённым объектом, который может быть предметом конкретной науки.

С другой стороны, в статичной Вселенной решался гравитационный парадокс Зеелигера. Как показал сам Эйнштейн (8), в замкнутом сферическом мире количество вещества огромно, но всё-таки конечно, радиус такого мира также конечен. В соответствии с теорией Эйнштейна *такая Вселенная безгранична, но не бесконечна.*

Появление в 1922—24 гг. нестатичных решений космологических уравнений А.А. Фридмана добавило к уже описанным чертам эволюцию, то есть изменение физико-геометрических свойств Вселенной со временем. Как известно, Фридман отказался от дополнительного члена, введенного Эйнштейном.

Теория Фридмана предсказывала три возможных сценария поведения и состояния мира: расширение, статичность и сжатие. В этой модели геометрические свойства пространства зависят от существования материи, её плотности и движения. Если наблюдаемая плотность вещества ρ больше некоторой критической плотности вещества ρ_c , то кривизна пространства является положительной и, соответственно, Вселенная является закрытой и *конечной* (но безграничной). Если $\rho = \rho_c$, то кривизна пространства является равной нулю, а Вселенная является плоской. Если $\rho < \rho_c$, то кривизна пространства является отрицательной. Соответственно, Вселенная является открытой и бесконечной. Современное значение критической плотности вещества оценивается как $\rho_c \sim 10^{-30} \text{ г/см}^3$.

Наблюдения, проведённые Хабблом (1928—29), установили эффект «красного смещения», что позволило подтвердить сценарий расширения Вселенной. Вселенная Фридмана расширяется по закону Хаббла: $v = Hr$, где v — скорость, с которой удаляется от наблюдателя объект (галактика или скопление галактик), H — постоянная Хаббла, которая имеет значение порядка $\approx 75 \text{ км/сек Мпс}$; r — расстояние до удаляющегося объекта. Из закона видно, что скорость прямо пропорциональна расстоянию. Другими словами, чем дальше от наблюдателя находится объект, тем с большей скоростью он от него удаляется. Скорости объектов, находящихся на границе видимости, приближаются к световым. Следовательно, объекты, свет от которых до нас вообще не доходит, находятся за пределами нашей видимости — за *световым горизонтом*. Так решался фотометрический парадокс Ольберса.

Итак, какие результаты были получены в ответе на вопрос: «конечна или бесконечна Вселенная?» внутри релятивистской космологии? Они следующие:

1) общее решение трудностей было связано с построением новой теории — *релятивистской космологии*; 2) решение парадоксов было связано с отказом от представления о *бесконечной* Вселенной в пользу такой, размер которой *конечен* (модель Эйнштейна 1915—1917 гг.); 3) как мы теперь уже знаем, была построена теория *безграничной*, но *конечной* модели Вселенной.

Как мы видим, преодоление «угрозы бесконечности» в ньютоновской парадигме было достигнуто дорогой ценой: потребовалось введение принципиально новых представлений о физико-геометрической структуре Вселенной: 1) была применена неевклидова геометрия; 2) теория Фридмана—Гамова (теория Большого Взрыва) (1922—1948) сохраняет такую черту Вселенной, как конечный размер (9).

Однако эти допущения снова приводили к трудностям, среди которых сингулярность была одной из самых значительных. Что означает сингулярность в космологии? Её появление означает, что пространство и время являются бесконечно маленькими, давление материи бесконечно большим и т.д.

С методологической точки зрения это означало конец физики как эмпирической науки. Другими словами — такая теория *бесконечной Вселенной* не может быть реализована. Для решения этих вновь возникших затруднений предпринимается очередная попытка построения принципиально новой космологии — инфляционной.

Решение проблем фридмановской космологии в теории раздувающейся Вселенной

Напомним, что идея инфляционного сценария была впервые предложена в 1979 г. в работе А.А. Старобинского [5. Р. 719]. В 1981 г. Алану Гусу удаётся использовать «инфляцию» для решения некоторых проблем фридмановской теории [8. Р. 347], значительное количество которых было осознано в период между 1975—1985 гг. Именно для их решения потребовалось существенно менять собственные и эпистемологические основания космологической теории [10]. Фактически речь шла о «цене», которую было необходимо заплатить за «приобретение» новых оснований. *Мерой цены в данном случае выступали господствующие представления локального наблюдателя о физико-геометрической структуре устройства Вселенной.* Космология восьмидесятых становилась квантовой теорией, а фундаментом теоретических построений становится физический вакуум.

Итак, инфляционная теория (ИТ) по существу запустила механизм инноваций, которые далее обретают собственную жизнь. Возникает множество вариантов инфляционной теории: сценарий А.А. Старобинского (1979 г., 1983 г.), сценарий А. Гуса (1981 г.), новые сценарии А. Альбрехта, П. Стейнхарда, А.Д. Линде (1982 г.) и, наконец, хаотический сценарий (*chaotic scenario*) А.Д. Линде (1983 г.). В связи с этим представляет интерес задача выявления собственных оснований инфляционного и хаотического сценариев, а также экспертиза этих оснований на предмет их реализации в качестве основы «теорий бесконечной Вселенной».

Собственные основания инфляционной теории (ИТ). Не претендуя на полноту, можно выделить следующие специфические основания теории.

1. *ИТ вводит понятие «инфляция», которое описывает экспоненциально быстрое увеличение объема Вселенной, находящейся в вакуумоподобном состоя-*

нии. Давление (p) и плотность энергии вакуума (ρ) связаны соотношением $p = -\rho$ (уравнение Глинера). Если связать уравнение состояния с законом сохранения энергии

$$\dot{\rho}a^3 + 3(\rho + p)a^2\dot{a} = 0,$$

то мы обнаружим, что скорость увеличения размеров системы (на стадии раздувания) на много порядков превышает скорость света в вакууме: $a(t) \approx a_0 e^{Ht}$, где масштабный фактор $a(t)$ растет экспоненциально. Радиус Вселенной, на стадии раздувания в ИТ, примерно за период 10^{-43} — 10^{-35} сек. увеличивается от планковского размера 10^{-33} см до фантастически огромного размера $10^{10(7)}$ — $10^{10(14)}$ см.

2. *Фундаментальность вакуума по отношению ко всем другим физическим формам существования материи.* ИТ предполагает рождение наблюдаемой Метагалактики (мини-Вселенной) в результате *вакуумной флуктуации*.

3. *Независимость пространства от вещества и излучения на ранних стадиях эволюции Вселенной.* Стадия раздувания в эволюции Вселенной осуществляется без присутствия вещества и излучения. Другими словами, раздувается «пустое» пространство. Оно наполнено лишь скалярным полем.

4. *ИТ получает в 2001—2002 гг. свое первое эмпирическое подтверждение благодаря проекту COBE (Cosmic Background Explorer), проводившемуся на спутнике по выявлению анизотропии реликтового излучения [7].*

Эпистемологические основания ИТ. К ним можно отнести следующие положения:

1. *Принципиально расширяется класс описываемых теорией объектов.* Наблюдаемая область Вселенной (10^{28} см) становится *локальной областью*. Если раньше — в период господства теории эволюционирующей Вселенной — существовала проблема правомерности экстраполяции локальных свойств пространства—времени на крупномасштабную структуру Вселенной, то *теперь возникает проблема правомочности экстраполяции свойств наблюдаемой области на принципиально ненаблюдаемые*. Причина такой экстраполяции имеет многофакторную природу: проблема причинного горизонта, проблема светового горизонта и др.

2. *ИТ решает большинство проблем эволюционной теории (плоскостности, горизонта, трехмерности и т.д.) ценой такого расширения своей теоретической базы, что эйнштейновское описание физического мира становится «классическим».* В качестве её теоретической базы в разных сценариях выступают ТВО, теория супергравитации, теория суперструн, дающих описание таких физических объектов и свойств пространства—времени, некоторые из которых в подавляющем большинстве не могут быть обнаружены земным наблюдателем в обозримом будущем или даже в принципе.

3. *ИТ поставила вопрос не только о правомочности и статусе опосредованных наблюдений, но и вопрос о принципиальной ненаблюдаемости некоторых предсказанных ею фактов.* В качестве подтверждения приведём несколько примеров. ИТ предсказывает, что в результате флуктуации вакуума рождаются «пузырьки»-домены, которые имеют плотные стены в виде крупномасштабных не-

однородностей. Размер этих стенок порядка $10^{10(7)}—10^{10(14)}$ см, тогда как наблюдаемая область Вселенной равна приблизительно 10^{28} см. И хотя в современной наблюдательной астрофизике предлагаются различные «экзотические» способы проверки существования стенок домена, реальное подтверждение этого предсказания остается «за пределами» современных возможностей.

Таковы в самых общих чертах собственные и эпистемологические основания инфляционной теории в целом. Теперь, опираясь на них, перейдем к рассмотрению оснований хаотического сценария.

Основания хаотического сценария

К 2008 году прошло ровно двадцать пять лет с момента появления первой работы Линде [13. Р. 177], предложившего «хаотический сценарий» происхождения Вселенной. Рассмотрим его основания.

Собственные основания хаотического сценария, который был предложен Андреем Линде в 1983—1985 гг.

1. Хаотический сценарий, в отличие от предыдущих инфляционных сценариев, исходит из того, что скалярное поле, наполняющее пространство, распределено *хаотически*. В качестве репрезентативного примера рассматривается простейший случай теории скалярного поля φ , лагранжиан которого

$$L = \frac{1}{2} \partial_{\mu} \varphi \partial^{\mu} \varphi - V(\varphi).$$

Предполагается также, что потенциал $V(\varphi)$ при $\varphi \geq M_p$ растёт медленнее, чем $\exp(6\varphi/M_p)$. Этому условию удовлетворяет любой потенциал, который при $\varphi \geq M_p$ растёт степенным образом:

$$V(\varphi) = \lambda \varphi^n / n M_p^{n-4},$$

где $n > 0$, $0 < \lambda \ll 1$.

Такая величина, как плотность энергии вакуума ρ , в нём определяются лишь с точностью до планковского ограничения $0 (M_p^4)$, в силу квантово-механического принципа неопределенности [14. Р. 40]. Следовательно, значения скалярного поля могут принимать *любые допустимые теорией*. Значения флуктуации (колебания) этого поля могут иметь как положительный знак, в этом случае поле *возрастает*, так и отрицательный знак, в этом случае поле *уменьшается* и приближается к своему минимуму. Вероятность возрастания поля (в общем случае) равна $1/2$, поэтому одна половина объёма раздувающейся Вселенной будет заполнена возрастающим (неубывающим) скалярным полем, а вторая половина будет заполнена убывающим полем.

Итак, главная черта хаотического сценария, зафиксированная здесь, состоит в том, что *скалярное поле*, существование которого предполагает хаотический сценарий, *распределено хаотически*.

2. Скалярное поле в хаотическом сценарии *способно хаотически породить новые области, заполненные этим же полем*. Дело в том, что в тех облас-

тях, где флуктуации вакуума становятся меньше некоторой критической величины, инфляция, в конце концов, прекращается. Но в областях с неубывающим полем происходит порождение всё новых и новых раздувающихся областей. Этот процесс не будет иметь конца и, по мнению автора теории, возможно, не имел начала. Это, в свою очередь, приводит к трем принципиальным следствиям:

а) Вселенная *в целом*, если справедлив хаотический сценарий, никогда не сколлапсирует (не достигнет сингулярности, как это имеет место в теории эволюционирующей Вселенной Фридмана). *Не будет смерти Вселенной в целом*. Внешне это даёт повод говорить о возможности вечного существования Вселенной «в будущем». Это можно интерпретировать так, что *в хаотическом сценарии параметр «времени» приобретает «в будущем» бесконечное значение*;

б) Вселенная *в целом* — Multiverse — состоит из огромного числа (порядка 10^5) доменов, подобных наблюдаемой нами Вселенной. Поскольку таких рождающихся и умирающих доменов «одновременно» существует порядка десяти тысяч, постольку их число на протяжении существования «материнского скалярного поля» — не имеющего «начала» и «конца» — также должно стремиться к бесконечности;

в) Вселенная *в целом*, возможно, вообще не имела первоначальной космологической сингулярности (*не было общего происхождения Вселенной в целом*) [14. Р. 58]. Это можно интерпретировать так, что *в хаотическом сценарии параметр «времени» приобретает бесконечное значение также и «в прошлом»*. Таким образом, хаотический сценарий решает самую сложную проблему релятивистской космологии — наличие сингулярности. Однако какой ценой?

Цена решения проблем релятивистской космологии и проблем первых инфляционных сценариев оказалась огромной: хаотический сценарий был вынужден расширить класс описываемых объектов, причём так, что радикальному реформированию подверглось само понятие Universe, превратившись в Multiverse. Элиминация бесконечных значений *физических* (плотности вещества и энергии, давления и др.) и *геометрических* (радиус Вселенной, кривизна пространства и др.) величин стала возможна лишь благодаря введению представления о «квазибесконечном» размере самой материнской вселенной — Multiverse. Это, в свою очередь, вновь поставило вопрос о том, является ли космология естественной наукой в смысле принципиальной проверяемости [1. Р. 32] её следствий?

Заключение

В заключение подведем некоторые итоги. Установлено, что на протяжении всей истории европейской космологии мы вправе фиксировать одну устойчивую тенденцию: космология, развиваясь и формируясь как естественнонаучная теория Вселенной, на всём своем протяжении стремится элиминировать бесконечные значения таких характеристик Вселенной, как её размер, время, плотность и давление материи, её количество и др.

Поэтому ответ, который можно дать на вопрос, сформулированный в заглавии: «Почему не может быть реализована теория бесконечной Вселенной?», бу-

дет следующим: «потому, что введение в космологическую теорию Вселенной бесконечных значений физических и космологических величин объективно приводит к дезавуированию космологии как естественной науки».

Другими словами, все шаги космологии на пути утверждения её статуса как естественной науки *обратно пропорциональны* её же шагам по введению бесконечных значений космологических величин: *чем решительнее космология элиминировала бесконечные значения, тем увереннее она становилась полноценной естественной наукой (впервые мы наблюдаем это в релятивистской космологии), и, наоборот, чем большие бесконечных значений допускали космологические теории, тем непреодолимее космология покидала область «естественной науки».*

Методологически этот процесс проявлялся двояко. Во-первых, с формальной стороны, введение бесконечных значений физических величин приводит теорию к внутренним противоречиям (как в случае с парадоксами ньютоновской теории). Во-вторых, с содержательной стороны, бесконечные значения, вводимые в космологическую теорию, *навсегда* закрывают для неё путь опытного (наблюдательно-го) подтверждения (10) (как в случае введения множества экспоненциально растущих и убывающих доменов в хаотическом сценарии).

Вместе с тем было бы наивно полагать, что выявленные трудности когда-нибудь остановят исследователей в поисках реализуемой теории Вселенной. Скорее всего, её развитие в будущем будет сохранять выявленную нами тенденцию — балансирование на грани естественной науки и математизированной метафизики.

ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Под «Вселенной» принято понимать «совокупность физико-геометрических характеристик наблюдаемого мира, утверждения о которых лишены логических и фактуальных противоречий».
- (2) Необходимо отметить, что уже сам Ольберс пытался спасти положение с помощью допущения существования в пространстве Вселенной «поглощающей среды» — газа. Но критики этого аргумента справедливо указывали, что поглощающий газ должен был бы нагреваться до высокой температуры и излучать почти такое же количество энергии.
- (3) Подробнее на эту тему см.: [9. Р. 252].
- (4) Шарлье К. Как может быть построена бесконечная Вселенная. — Симбирск, 1914. — С. 5.
- (5) Там же.
- (6) Подробнее см.: Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1975. — С. 129—130.
- (7) Зельдович Я.Б., Новиков М.Д. Строение и эволюция... — С. 126—127.
- (8) Эйнштейн А. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1965. — Т. 1. — С. 583—587.
- (9) В случае закрытой модели.
- (10) Лакатос [11. Р. 125] сводил такие теории к гипотезам *ad hoc*₂ — «ни одно из её следствий не верифицируется либо потому, что требуемый эксперимент не может быть выполнен, либо потому, что он даёт негативный результат». В современных космологических теориях мы как раз имеем дело со случаем, когда «требуемый эксперимент не может быть выполнен».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гемпель К. Логика объяснения. — М.: Дом интеллектуальной книги, 1998.
- [2] Шарлье К. Как может быть построена бесконечная Вселенная. — Симбирск, 1914.
- [3] Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Стрoение и эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1975.
- [4] Эйнштейн А. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1965. — Т. 1.
- [5] Starobinsky A. Письма в ЖЭТФ. — 1979. — V. 30.
- [6] Starobinsky A. Phys. Lett. — 1980. — V. 91.
- [7] Smoot G.F. et al. Structure in the COBE differential microwave radiometer first-year maps // *Astrophysical Journal*. — 1992. — 396. — L 1.
- [8] Guth A.H. Phys. Rev. — 1981. — V. D23.
- [9] Hoskin Michael. Gravity and Light in the Newtonian Universe of Stars // *JHA*. — 2008. — xxxix.
- [10] Pavlenko A.N. The Ideals of Rationality in Contemporary Science // *Herald of the Russian Academy of Science*. — 1994. — № 5.
- [11] Lakatos I. History of Science and its Rational Reconstructions // *Boston Stud. in Philos. of Sci.* Dordrecht. — 1972. — Vol. 8.
- [12] Линде А.Д. Письма в ЖЭТФ. — 1983. — V. 38.
- [13] Linde A.D. Phys. Lett. — 1983. — V. 129 B.
- [14] Линде А.Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. — М.: Наука, 1990.

PRINCIPLE OF «OBSERVABILITY»: WHY CANNOT THE THEORY OF THE INFINITE UNIVERSE BE REALIZED?

A.N. Pavlenko

Department Philosophy of Science
Institute of Philosophy Russian Academy of Sciences
Volchonka, 14, Moscow, Russia, 119842

Department of Ontology and Epistemology
Faculty of Humanities and Social Sciences
Russian People's Friendship University
Miklukho-Maklaya Str., 10a, Moscow, Russia, 117198

The present work demonstrates that all cosmological theories obey an epistemological relation: all steps cosmology makes in the direction of acquiring the status of a natural science are inversely proportional to its steps in the direction of allowing infinite values of cosmological features. An attempt to introduce infinity into the Universe description by the Newtonian model, resulted in the photometric and gravitational paradoxes. To eliminate the paradoxes, relativistic cosmology had to introduce once more the infinite characteristics of the Universe. The same difficulty is typical of the inflationary and chaotic scenarios.

Key words: Universe, philosophy of Space, cosmology, Principle of «Observability».

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ

ЕДИНСТВО МИКРОКОСМА И МАКРОКОСМА. НОВЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ СТАРОГО МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКОГО ВОПРОСА

Л.Г. Антипенко

Сектор философских проблем естествознания
Институт философии Российской Академии наук
ул. Волхонка, 14, Москва, Россия, 119992

Статья посвящена рассмотрению древней проблемы о единстве микрокосма и макрокосма. Разработан новый подход к её решению с учётом данных современной квантовой физики (идея дополненности), принципа симметрии/диссимметрии Кюри, учения о функциональной диссимметрии правого и левого полушарий мозга человека.

Ключевые слова: философия физики, макрокосм, микрокосм, квантовая физика, диссимметрия.

...Кто разумно смотрит на природу,
на того и природа смотрит разумно;
то и другое взаимно обуславливают
друг друга.

Гегель

Различными путями, писал П.А. Флоренский, мысль приходит всё к одному и тому же (древнему) признанию: идеального сродства мира и человека, их взаимообусловленности, их пронизанности друг другом, их существенной связанности между собой [1. С. 440]. Человек — малый мир, микрокосм, а окружающий его космический универсум — большой мир, макрокосм.

Открывающийся новый взгляд на проблему единства микрокосма и макрокосма обусловлен внедрением в методику научных и философских исследований идеи дополненности, отправным моментом которой служит принцип корпускулярно-волнового дуализма в квантовой физике. С философской стороны здесь созвучными оказываются основные положения фундаментальной онтологии М. Хайдеггера.

Независимо от современной формулировки идеи дополненности, содержание которой будет раскрыто ниже, можно с полной уверенностью сказать, что

всякий мыслящий человек осознаёт двойственное отношение к природе. С одной стороны, природа рассматривается как окружающая среда, с другой — как *наше* начало. В зависимости от того, как трактуется «наше начало», строятся разные варианты современной космологии.

На сегодняшний день заслуживают внимания два варианта. Один из них — ортодоксальный — широко распространён в научном сообществе. В нём даётся модель расширяющейся Вселенной, по ступеням расширения судят об эволюции Вселенной, начавшейся в результате взрыва некоего первоатома. (Модель инфляционной модели отличается, но не принципиально, от первоначальной версии.) Связь человека со Вселенной здесь интерпретируется посредством так называемого антропного принципа. Последний утверждает, что законы возникновения и развития Вселенной должны быть такими, чтобы они привели к генезису в недрах Вселенной человека как субъекта, способного судить о них. Понятно, что связь человека со Вселенной предстаёт здесь как связь причинно-историческая, хотя и формулируется несколько необычным способом.

Во втором варианте космологии (см. исследования русских космистов [2]) «наше начало» воспринимается в смысле уподобления человека и Вселенной, микрокосма и макрокосма — уподобления по некоторым атрибутам, которые мы можем идентифицировать и изучать. Основанием для такого уравнивания в современных условиях познания служит тот факт, что все компоненты Вселенной пронизывают не-силовые дальнедействующие (акаузальные) связи. Хотя знание о них даётся лишь человеку, однако они охватывают не только людей, но и другие живые организмы. Так, обсуждая проблему реальности таксонов, А.А. Любищев отмечал: «Есть связность у сходных организмов, совершенно не «реальная» в современном смысле слова, но вполне «реальная» в смысле средневековых реалистов («универсалии до вещи»)». Значит ли это, что решение проблемы реальности приобрело совершенно субъективный характер?.. Нет, концепция реальности — политегическая концепция, путём комбинации различных критериев получаем вполне объективный метод оценки реальности... можно видеть «лошадность», но не нашими, а интеллектуальными очами» [3. С. 44]. Столь своеобразное видение *лошадности* означает, что лошадь у нас в земных условиях и лошадь в туманности Андромеды должна быть примерно одинаковым существом при наличии лишь тех различий, которые привносятся особенностями местной среды обитания.

Истинность высказывания Любищева подтверждается со стороны современной квантовой физики. Но квантовая физика вместе с дуализмом близкодействующих (локальных) и дальнедействующих (нелокальных) связей привносит в методiku научного познания идею дополнительности, которая оказывается ключевым моментом в решении проблемы единства микрокосма и макрокосма со всеми вытекающими отсюда космологическими следствиями. Для описания существа этой идеи воспользуемся средствами современной математической логики и соответственно квантовой физики.

В отношении логики учтём одно важное положение, явно высказанное Э. Гуссерлем в его «Логических исследованиях». Критикуя чисто психологический под-

ход к пониманию логики, Гуссерль писал: «Объективная связь, идеально проникающая всё научное мышление, придавая ему, и тем самым науке как таковой «единство», может быть понята двояко: как *связь вещей*, к которым в замысле (intentional) относятся переживания мышления (действительные или возможные), и, с другой стороны, как *связь истин*, в которой вечное единство приобретает объективную обязательность в качестве того, что оно есть. И то, и другое a priori даны совместно и нераздельно... Но связи истин иного рода, чем связи вещей, которые в них истинны (достоверны); это тотчас же сказывается в том, что истины, относящиеся к истинам, не совпадают с истинами, относящимися к вещам, которые установлены в истинах» [4. С. 200—201].

Данное указание на наличие в контексте логических исследований двух видов связей означает не что иное, как наличие двух видов истин: истин логических и истин внелогических. Логика как таковая не порождает внелогических истин. Она стоит на страже того, чтобы внелогические истины в процессе рассуждений не превращались в ложь, т.е. не приводили к противоречиям. Ибо логическое противоречие не позволяет отличить истину от лжи. (Согласно логическому закону, открытому ещё Дунсом Скоттом, из противоречия следует всё, что угодно: как истина, так и ложь.)

Классическая логика (первопорядковое исчисление предикатов) представляет собой замкнутую (формальную) систему, структура которой определяется булевой алгеброй. Ту её особенность, которую Гуссерль назвал связью истин, называют ещё иначе и, может быть, точнее — законом тождества для мышления [5. С. 4]. Закон тождества понимается здесь не в узком смысле, в смысле одного из законов логики, представленного в виде $A = A$, а как принцип тождественных преобразований, примером чему служит получение тождественно-истинных формул в исчислении высказываний. С теми или иными оговорками его действие распространяется на всю логико-математическую деятельность мышления, а сам термин *тождество* свидетельствует о том, что в такой деятельности *ничто* остаётся неизменным, сохраняется по типу закона сохранения энергии.

Обогащая язык логических исследований языком квантовой физики, мы сразу получаем ответ на вопрос, что представляет собой «ничто, остающееся неизменным». Речь идёт о неизменности энтропии в ходе развёртывания процесса, подчиняющегося закону тождества. Такой процесс описывается, как известно, уравнением Шредингера. Это — обратимый процесс; в нём параметр энтропии квантовой системы, которая эволюционирует во времени в соответствии с уравнением Шредингера, остаётся неизменным. Причём остаётся неизменным до тех пор, пока не произойдёт измерение (редукция волновой функции). Здесь имеется точный количественный критерий обратимости. Он выражается в форме унитарного принципа, согласно которому сумма вероятностей интерферирующих альтернатив на всём протяжении унитарного процесса остаётся равной единице.

В обычных физических экспериментах редукция волновой функции соотносится с наблюдателем, который получает информацию о результате эксперимента. Но в этой связи открывается необычное, с точки зрения классической физики, явление. Получив информацию о состоянии одного элемента конфигурационного

пространства, описываемого волновой функцией, наблюдатель сразу узнаёт, в какое состояние перешли в процессе измерения все остальные элементы системы, независимо от того, на каком расстоянии друг от друга они находятся. Комментируя данный факт, П. Эренфест заметил, что мы должны всё время помнить о том, какой необычной теорией (пространственного) дальнего действия является волновая теория Шредингера при всём том, что в ней соблюдается концепция близкодействия в отношении времени [6. С. 173].

В принципиальном плане мы имеем право вобрать в конфигурационное пространство всю Вселенную и тем самым получить возможность описывать её единой волновой функцией. Но в таком случае неизбежно возникает вопрос: кто или что может взять на себя роль наблюдателя при проведении квантово-механических измерений? Ответ на этот вопрос имеет два аспекта: философский и естественнонаучный. Философское содержание ответа даёт, как мне представляется, фундаментальная онтология М. Хайдеггера, о чём уже было сказано в работе [7]. В естественнонаучном плане основанием для ответа служит известный принцип симметрии/диссимметрии Пьера Кюри. Он гласит: «Если определённые причины обуславливают появление определённых результатов, элементы симметрии причины должны повторяться и в результатах. Если определённое состояние проявляет определённую диссимметрию, то значит, эта диссимметрия может быть найдена также в причинах, вызвавших это состояние. В обратном смысле эти положения не оправдываются, по крайней мере практически, так как полученные результаты могут быть симметричнее, чем причины».

Надо сказать, что свой принцип Кюри распространял на все природные явления, и эта экстраполяция вполне оправдана, поскольку неизвестно никаких фактов, которые бы его опровергали. А мы, полагаясь на данный принцип и руководствуясь идеей единства микрокосма и макрокосма, начинаем искать причину функциональной диссимметрии левого и правого полушарий головного мозга человека (см. [8]) и доходим, в конце концов, до Вселенной. И тут открывается видение двух ипостасей Вселенной, существующих нераздельно и неслиянно. Хайдеггер назвал их *сущим* и *бытием*. Сущему, как теперь мы начинаем понимать, соответствует левое, грубо говоря, вербально-логическое, полушарие мозга, бытию — правое, пространственно-образное полушарие.

Важно здесь иметь в виду, что мышление в плане сущего Хайдеггер квалифицировал как точное, бытийному же мышлению он придавал статус строгого мышления. «Точное мышление, — читаем мы в его книге «Время и бытие», — только связывает себя обязанностью считаться с сущим и служит исключительно этому последнему» [9. С. 39]. Точно мыслить, по Хайдеггеру, означает сводить мысль к операциям счёта, расчёта, исчислимости, измеримости и т.п.

Утверждая далее, что бытие трансцендентно по отношению к сущему, Хайдеггер в то же время указывал, что *сущее находится в просвете бытия*. Смысл этого выражения доподлинно истолковал В. Бибихин. «Что бы ни увидел своим умом, — писал он, — что бы ни открыл, что бы ни изобрёл, чем бы ни был захвачен человек, пространство, в котором он так или иначе ведёт себя в своей истории, устроено не им. Раньше самой ранней мысли — ясность или неясность того,

о чём она: *просвет* (Lichtung), в котором имеет место всё. По-русски можно было бы сказать просто *свет* в смысле мира, *белого света*» [10. С. 6].

Если мы теперь перенесёмся в предметную область астрофизики и космологии, то поймём, что наблюдаемая астрофизиком и космологом картина Вселенной и есть хайдеггеровское сущее. Эта картина замыкается космологическим горизонтом, за которым находится вторая, непосредственно ненаблюдаемая, ипостась Вселенной — бытие. Линия космологического горизонта соотносится с пространственной протяжённостью Вселенной, но это вовсе не означает, что вторая ипостась Вселенной занимает место за пределами данной протяжённости. Средством связи между двумя ипостасями Вселенной служит физический вакуум.

Укажем теперь для лучшего уяснения сказанного одно промежуточное звено в цепи причин диссимметризации, связывающей между собой Вселенную и человека. Речь идёт о феномене диссимметризации земной биосферы, открытом В.И. Вернадским (наличие диссимметрии в пространстве живого вещества биосферы). Этот феномен имеет место и в антропосфере как части земной биосферы. Об особенностях его проявления в антропосфере даёт представление вышеупомянутая книга С. Спрингера и Г. Дейча.

Авторы перечисляют ряд парных характеристик, присущих организации умственной работы в левом и правом полушариях мозга, а затем показывают, что в устанавливаемых таким образом различиях и противоположностях того и другого отражается различие между способами мышления, принятыми на Западе и Востоке.

Вырисовывается следующая картина (табл.).

Таблица

Процессы	
Левое полушарие	Правое полушарие
Вербальные	Невербальные, зрительно-пространственные
Последовательные, временные	Одновременные, пространственные
Дискретные	Непрерывные
Рациональные	Интуитивные

Завершается она противопоставлением западного техницизма, приписываемого соответственно левому полушарию мозга, и восточного мистицизма [7. С. 204]. Можно было бы усомниться в том, насколько уместна здесь заключительная дихотомия. Однако различия в умственной организации человека западного и человека восточного наблюдались ещё до того, как эмпирическим способом были установлены аналогичные различия в работе левого и правого полушарий мозга. Это дало право Р. Орнштейну в книге «Психология сознания» сделать следующие выводы:

- 1) мужчины и женщины западных цивилизаций используют только половину своего мозга и, следовательно, половину умственного потенциала;
- 2) функции правого полушария игнорируются в интеллектуальной работе людей западных цивилизаций, но они эффективно используются в культуре, мистицизме и религиях Востока;

3) есть поэтому смысл отождествлять функции левого полушария мозга с мышлением рационалистического, технологического Запада, а функции правого полушария — с мышлением интуитивного мистического Востока.

С этими выводами согласны и авторы книги «Левый мозг, правый мозг», которые ссылаются не только на Орнштейна, но и на мнения других западных учёных, отстаивающих данную точку зрения. С этими выводами не можем не согласиться и мы, правда, с одной существенной оговоркой: не может быть и речи об абсолютизации «левизны» и «правизны» в западном и восточном образцах мышления. Можно констатировать лишь смещение акцента с одного типа мышления на другой. Но глобальный феномен поляризации двух типов культуры — западной и восточной — есть факт, и он заставляет подозревать наличие восточно-западной поляризации во всём комплексе природных явлений планеты Земля. Так что в одном ряду оказываются поляризация церебральной системы человека, поляризация Земного шара и двухипостасная диссимметрия Вселенной.

Вернёмся теперь к вопросу о квантово-механических измерениях и редукции волновой функции. Правильное истолкование редукции волновой функции служит путеводной звездой к решению проблемы взаимосвязи человека и Вселенной. Процедура квантово-механического измерения есть процедура получения информации о состоянии наблюдаемого (микро)объекта. Здесь, стало быть, предполагается наличие наблюдателя, субъекта, который получает информацию, и объекта. И чтобы всякий раз реализовалась возможность получить такую информацию, должно быть выполнено одно необходимое условие. Предельно лаконичную и чёткую формулировку его дал В. Паули. Само сознание наблюдателя, писал он, «требует, чтобы между субъектом и объектом можно было провести грань, существование которой диктуется логической необходимостью, тогда как положение её остаётся до известной степени произвольным» [11. С. 63]. Без учёта такой грани никак обойтись невозможно, т.е. невозможно даже помыслить и приступить к реализации того или иного квантово-физического эксперимента, как невозможно получить информацию без учёта фактора необратимости, включаемого «в само понятие наблюдения» [12. С. 135].

Фактор необратимости означает процесс, ведущий к изменению энтропии в изучаемой системе. При внутреннем восприятии результатов мыслительных процессов их необратимость не означает одностороннего изменения энтропии — в направлении её повышения. Если результат мыслительного процесса приводит к структуризации церебральной памяти человека, то в таком случае мы имеем дело с уменьшением энтропии в церебральной системе.

У Вселенной нет внешнего наблюдателя с присущим ему внешним восприятием. Но это не отменяет возможности её квантового описания. А поскольку квантовое описание немислимо без учёта функции наблюдателя, постольку и приходится, считаясь с диктатом логической необходимости, признавать двухипостасный статус Вселенной. Тем самым открывается глубокая, вселенская причина диссимметризации церебральной системы человека. И обратно: руководствуясь принципом симметрии/диссимметрии Кюри, мы, открывая принципиальное раз-

личие между левым и правым мозгом, приходим к выводу о дуализме Вселенной. Понятно, что этот вывод был бы невозможен без идеологии квантовой физики, раскрывающей единство локальных и глобальных (мгновенных) связей мировых явлений.

Компетентные физики отмечают, что хотя мировые явления кажутся строго локальными, реальность, лежащая в основе феноменальной поверхности, является сверхсветовой. «Глубинная мировая реальность, — пишет, в частности, Ник Герберт, — поддерживается невидимой квантовой связью, вездесущее влияние которой не подвержено уменьшению и сказывается непосредственно» [13. С. 249—250].

Данный вывод есть следствие квантовой теории вероятности, которая, в свою очередь, опирается на известную теорему Белла.

Дуалистическая модель Вселенной будет наполняться конкретным содержанием по мере её согласования с данными астрофизических наблюдений. Следует заранее сказать, что она находит наиболее тесное соприкосновение с релятивистской теорией гравитации А.А. Логунова, в которой фактор красного смещения объясняется временной переменчивостью гравитационного поля Вселенной [14]. Но есть и заметное различие в этих двух моделях. У Логунова изначальным координатным условием построения теории служит пространство с нулевой кривизной, т.е. псевдоевклидово пространство. В дуалистической модели фигурирует пространство Лобачевского с постоянной отрицательной кривизной. У такого пространства (пространства—времени) имеется своя мнимая изнанка, что соответствует дуализму Вселенной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Флоренский П.А.* Микрокосм и макрокосм // Соч. в 4-х томах. — Т. 3(1). — М.: Мысль, 1999.
- [2] Русский космизм. — М.: Педагогика-Пресс, 1993.
- [3] Александр Александрович Любищев. — Л.: Наука (Ленинградское отделение), 1982.
- [4] *Гуссерль Эдмунд.* Логические исследования. Часть первая: пролегомены к чистой логике. — СПб., 1909.
- [5] *Кобозев Н.И.* Исследование процессов информации и мышления. — М.: Изд. МГУ, 1971.
- [6] *Эренфест П.* Относительность, кванты, статистика. — М.: Наука, 1972.
- [7] *Антипенко Л.Г.* Нелинейный стиль мышления в современной философии и физике // Философия науки. Вып. 14: Онтология науки. — 2009.
- [8] *Спрингер С., Дейч Г.* Левый мозг, правый мозг. — М.: Мир, 1983.
- [9] *Хайдеггер М.* Время и бытие. — М.: Республика, 1993.
- [10] *Бибихин В.* Дело Хайдеггера // Хайдеггер М. Время и бытие. — М.: Республика, 1993.
- [11] *Паули В.* Физические очерки. — М.: Наука, 1975.
- [12] *Бор Нильс.* Атомная физика и человеческое познание. — М.: ИЛ, 1961.
- [13] *Herbert Nick.* Quantum Reality (Beyond the New Physics). — London et al., 1885.
- [14] *Логунов А.А.* Релятивистская теория гравитации. — М.: Наука, 2008.

**THE UNITY OF MICROCOSM AND MACROCOSM.
A NEW APPROACH TO THE SOLUTION
OF THE OLD WORLD OUTLOOK QUESTION**

L.G. Antipenko

Department of philosophical problems of natural sciences
Institute of philosophy of Russian Academy of sciences
Volkhonka Str., 14, Moscow, Russia, 119992

The article is dedicated to the examination of an ancient problem concerning the unity of microcosm and macrocosm. There is a new approach to its solution. It is based on the idea complementarity from the quantum physics, Curie principle (the principle of symmetry/dissymmetry) and on issues of the science of cerebral hemispheres («left brain, right brain»).

Key words: philosophy of physics, macrocosm, microcosm, quantum physics, dissymmetry.

ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАДИГМ В ФИЗИКЕ

В.Н. Князев

Кафедра онтологии и теории познания
Факультет гуманитарных и социальных наук
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 10а, Москва, Россия, 117198

В статье рассматриваются философские смыслы фундаментальных физических парадигм, выдвинутых Ю.С. Владимировым на основе базовых физических категорий. Специфика философских проблем физики как смежной области знания раскрывается в ходе развития фундаментального физического познания и требует гибкости содержательной эпистемологической интерпретации современного парадигмального знания.

Ключевые слова: философия физики, фундаментальные парадигмы, эпистемология, гравитация, суперструны.

Современная физика представляет собой систему теоретических моделей природы, пронизанных онтологическими, эпистемологическими и методологическими смыслами, осознание которых реализуется в лоне философского знания. Взаимопроникновение этих форм знания (физика и философия) порождает смежную область знания, получившую название *философия физики* или *философские проблемы физики*. Если сама физическая наука есть высокоспециализированная деятельность учёных-физиков, связанная с выработкой, систематизацией и верификацией объективно истинного знания о природе с целью его последующего эффективного использования как в теории, так и на практике, то философия физики исследует, прежде всего, мировоззренческие и методологические вопросы, возникающие в ходе развития самого физического познания. Классики физики XX века — М. Планк, А. Эйнштейн, Н. Бор, В. Гейзенберг, Э. Шредингер, Л. де Бройль, М. Борн, В. Паули и др. — считали естественным для себя обсуждать принципиальные философские вопросы, появлявшиеся в ходе развития физического познания.

О множественности физических парадигм

Современная физика характеризуется множеством конкретных теорий, идей, концепций, школ, парадигм. Подобный плюрализм вполне естественен и свидетельствует о том, что поиск объективно истинного знания о бесконечно разнообразной природной реальности необходимо приводит к становлению множества теоретических моделей. Разумеется, возникает потребность выделить наиболее фундаментальные формы знания, т.е. такие, которые несводимы одни к другим. Именно таковыми являются фундаментальные парадигмы в физике.

Научную парадигму можно охарактеризовать как совокупность принципов, убеждений и ценностей, принятых научным сообществом и определяющих для учёных соответствующую научную традицию. При некоторой размытости понимания научной парадигмы Т. Куном (то ли это сама теория, то ли это некоторая

понятийная матрица, то ли стандартная совокупность научных методов), всё же есть основания характеризовать сложное состояние тенденций развития физического познания посредством фундаментальных физических парадигм.

Представляется, что характер парадигмального знания может быть выявлен на разных, как минимум на двух, уровнях: 1) более общем и абстрактном и 2) более определённом и конкретном. К первому из означенных уровней можно отнести соответственно парадигмы классической физики, квантовой теории и релятивистской физики. Тогда, например, квантовая парадигма характеризуется единством принципов квантования действия, прерывности квантово-механического движения, дополнительности, вероятностно-статистического описания, индетерминизма и квантового холизма; в свою очередь, релятивистская парадигма раскрывается как единство принципов относительности, непрерывности пространственно-временного описания и его геометризации, детерминизма (динамические закономерности) и редукционизма.

Второй уровень парадигмальных знаний следует проиллюстрировать принципиальной постановкой вопроса о классификации физических парадигм, обоснованных Ю.С. Владимировым [1]. В основу анализа физических парадигм им положен принцип соотношения базовых физических категорий: 1) пространства—времени, 2) частиц (на квантовом уровне — фермионов) и 3) полей — переносчиков взаимодействий (бозонов). Исходной первой парадигме соответствует объединение всех трёх вышеназванных физических категорий как самостоятельных. Другие парадигмы образуются на основе признания «первичности» одних и производности других категорий. Уже сама по себе классификация и систематизация современных фундаментальных парадигм заслуживает серьезного внимания с точки зрения проблемы единства физического знания и выявления его философского смысла.

Обоснованное Ю.С. Владимировым естественнонаучное миропонимание опирается на сопоставление всего спектра фундаментальных парадигм. Нынешнее состояние физики в определённом смысле можно соотнести с периодом начала XX века, когда формировались теория относительности и квантовая механика. В этой связи можно напомнить, что в теории относительности было введено понятие *пространства—времени* на основе объединения понятий пространства и времени, а в квантовой механике — понятие *корпускулярно-волнового дуализма*. Последующее развитие физики вскрыло принципиальные сложности, связанные с попытками объединения этих двух фундаментальных теорий. В самом деле, в квантовой физике нет частиц в классическом их понимании, а также нет непрерывных полей как переносчиков взаимодействий в пространственно-временном континууме. В свою очередь, в общей теории относительности вводится новое обобщенное понятие *искривленного (риманова) пространства—времени*. В возникших в последующем многомерных геометрических моделях типа теории Калуцы-Клейна геометризуются не только гравитационные поля, но и поля — переносчики других взаимодействий — электромагнитного, электрослабого и сильного [2. С. 67—81].

Роль гравитации в фундаментальной физике

Следует признать, что объединенное описание всех фундаментальных взаимодействий можно реализовать лишь при условии нахождения их единого основания. Особую роль при этом играет гравитация. Ныне выявляются несколько путей объединения гравитации с другими взаимодействиями: либо реализовать попытки в традиционном духе теории поля, либо осуществить полную геометризацию всех взаимодействий, либо найти некую основу баланса полевого и геометрического подходов. Первую из этих возможностей можно проиллюстрировать на примере так называемой релятивистской теории гравитации (РТГ), разрабатываемую А.А. Логуновым и его сотрудниками.

В РТГ геометрия пространства—времени определяется не на основе изучения движения света и пробных тел, а на основе общих динамических свойств физической материи — её законов сохранения, которые не только имеют фундаментальное теоретическое значение, но и экспериментально проверяемы. А.А. Логунов и М.А. Мествиришвили следующим образом обосновывают необходимость принятия псевдоевклидовой геометрии как физической и естественной: «Поскольку экспериментальные данные, полученные при изучении сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий, свидетельствуют, что для полей, связанных с этими взаимодействиями, естественная геометрия пространства—времени является псевдоевклидовой, то по крайней мере на данной ступени наших знаний можно считать, что эта геометрия является единой естественной геометрией для всех физических процессов, в том числе и для гравитационных» [3. С. 50—51].

Во-первых, мне видится в этом рассуждении авторов РТГ не вполне правомерная экстраполяция, которая как таковая может носить лишь гипотетический характер, а не быть непреложной истиной. Во-вторых, понимая под «естественной геометрией» геометрические свойства реального пространства, любому исследователю далее необходимо позаботиться об адекватном отражении в теории этой «естественной геометрии», что решается уже не в самой теории, а за её пределами, в сфере физического опыта. Как показывает конкретный анализ, проведенный Я.Б. Зельдовичем и Л.П. Грищуком, «попытка истолкования метрических соотношений плоского мира как наблюдаемых и основанные на этом толковании конкретные наблюдательные предсказания приводят только к противоречию с экспериментом» [4. С. 695—696].

Какие же исходные идеи лежат в основаниях РТГ? Как утверждает А.А. Логунов, он развивает взгляды А. Пуанкаре, А. Эйнштейна и Г. Минковского, выдвинув обобщенный принцип относительности, который обеспечивает в РТГ строгое выполнение законов сохранения энергии-импульса и момента количества движения для вещества и гравитационного поля вместе взятых. В РТГ принимается, что исходным и физически истинным является пространство Минковского, а Вселенная тем самым бесконечная и плоская; это приводит к выводу о том, что плотность материи во Вселенной должна быть строго равной её критическому значению. Риманова геометрия объявляется производным, вторичным понятием, первичными берутся плоский «фон» Минковского и физическое гравитационное поле типа Фарадея—Максвелла.

По моему мнению, один из основных недостатков РТГ связан с представлением её сторонников о том, что метрика пространства должна быть всюду одинаковой — именно быть плоским фоном пространства—времени Минковского, что напоминает ньютоновские взгляды на пространство и время как вместилища материи. Законы же сохранения в РТГ просто декларируются. И в самих постулатах, и математически исходным признается пространство—время Минковского; далее согласно теореме Нётер автоматически вытекает связь свойств пространственно-временной симметрии и законов сохранения. Декларативный характер вводимых в теорию законов сохранения проявляется в том, что совершенно не выявляется их детерминирующая функция, а тем самым и их динамические свойства. Вообще, онтологический и эпистемологический аспекты подхода авторов РТГ ими самими должным образом не осознаются и сплошь и рядом смешиваются. В этом состоят гносеологические корни подмены реального пространства и времени абстрактным пространством—временем Минковского. В самом деле, ведь пространство—время Минковского есть теоретический образ, физико-математическое понятие и тем самым не обладает свойством быть объективной реальностью. Так называемая геометрия реального пространства и времени (т.е. метрические и топологические свойства реального пространства и времени) определяется свойствами движения физической материи, материальными взаимодействиями. Более того, евклидовость пространства и времени (и псевдоевклидовость пространства—времени) суть проявления свойств электромагнитных взаимодействий, господствующих во вполне определенной пространственно-временной области (область макромира) [5. С. 346].

Итак, при обсуждении проблемы противопоставления ОТО А. Эйнштейна и РТГ А.А. Логунова речь, по существу, может идти не об альтернативных физических теориях, а о существенно разных формулировках одной и той же теории. Одновременно на этом примере мы убеждаемся в чрезвычайной важности и актуальности «практической герменевтики», т.е. истолковании, интерпретации любой фундаментальной физической теории. В данном случае происходит дивергенция позиций в зависимости от уровней рассмотрения: по существу, используется один и тот же математический формализм, понимание физической сути приводит к существенным отличиям в зависимости от исходных физико-теоретических оснований интерпретации; ещё более принципиальны отличия, основанные на соответствующих философско-методологических позициях, ибо здесь решается вопрос об адекватности описания самой объективной реальности.

О значимости парадигмы суперструн в современной физике

Исследование фундаментальных физических парадигм может быть реализовано в области знания между метатеоретическим уровнем физической науки и так называемой фундаментальной теоретической физикой, которая включает в себя базовые принципы, законы и концепции, составляющие основу физической картины мира. Подчас такие фундаментальные обобщения граничат с уровнем философского знания. В этой связи Ю.С. Владимиров пишет: «Вопросы об основаниях

(физической) картины мира, о числе ключевых физических категорий, о виде возможных парадигм и их числе следует отнести к сфере метафизики. Таким образом, *фундаментальная теоретическая физика XX века оказалась неразрывно связанной с метафизикой*» [1. С. 23].

С моей точки зрения, современное понимание единства картины мира обусловлено нынешней степенью развития физики как науки, выраженной в основных парадигмах фундаментальных взаимодействий. При этом развитие физического познания в XX веке от первых попыток единых теорий поля к современным моделям объединения фундаментальных взаимодействий по существу привело к концепции супервзаимодействия [2. С. 81, 118], которая может быть охарактеризована как последовательный результат развития современных тенденций объединения различных физических представлений, интегративно выражающих идеи теории Великого объединения, суперсимметрии, суперструн, супергравитации и глобально эволюционного подхода. При этом следует отметить, что так называемые «планковские параметры» («фундаментальная длина» («квант длины») $\sim 10^{-33}$ см, «квант времени» — 10^{-43} сек. и соответствующая им планковская энергия (масса) — 10^{19} ГэВ) своим физическим содержанием свидетельствуют о наличии принципиальных границ для познания физической реальности с позиций современных теоретических знаний. Теории могут быть экстраполированы только до этих «границ»: за пределами этих границ все рассуждения носят исключительно умозрительный характер. Известно, что на сегодняшний день существует ряд теоретических моделей в рамках нелокальных квантовых теорий поля, которые свидетельствуют о фундаментальной роли планковских параметров. Одними из наиболее убедительных являются результаты, достигнутые в рамках теории суперструн. Последнюю следует соотносить с самыми фундаментальными теориями современной физики с учётом того обстоятельства, что, как пишет Б. Грин, «гладкая искривленность пространства в общей теории относительности находится в противоречии с вытекающим из квантовой механики неистовым, вихревым поведением Вселенной на микроскопическом уровне. До середины 1980-х гг., когда теория струн разрешила этот конфликт, он справедливо считался центральной проблемой современной физики. Более того, теория струн, построенная на основе специальной и общей теории относительности, требует нового серьезного пересмотра наших концепций пространства и времени. Например, большинство из нас считает само собой разумеющимся то, что наша Вселенная имеет три пространственных измерения. Однако, согласно теории струн, это неверно. Теория струн утверждает, что Вселенная имеет гораздо больше измерений, чем доступно нашему глазу, но дополнительные измерения туго скручены и спрятаны в складчатой структуре космического пространства... Теория струн, по существу, отражает историю развития представлений о пространстве и времени в постэйнштейновскую эпоху» [6. С. 13].

Теорию струн можно интерпретировать как теорию, в которой фундаментальными объектами являются не нульмерные точечные частицы, а крошечные «одномерные нити», называемые струнами. Согласно теории струн, если бы физики

смогли экспериментально исследовать эти частицы-нити с такой высокой точностью, то они бы обнаружили каждую из частиц как крошечную одномерную петлю. Внутри каждой подобной частицы — вибрирующее, колеблющееся, «танцующее» волокно, подобное бесконечно тонкой резиновой ленте, которое физики и назвали струной. Теория струн выявляет новый супермикроскопический уровень реальности — колеблющуюся петлю — в дополнение к известной иерархии, идущей от молекул к атомам, от атомов к нуклонам и электронам, от последних к кваркам и лептонам, а от них уже — к струнам. В самой теории струн реализуется объединение идей и методов квантовой механики и общей теории относительности, что совершенно не достигалось ранее. До появления теории суперструн на субпланковском масштабе расстояний квантовые флуктуации становятся настолько явными, что нарушают критерии гладкости геометрии пространства, принятые в традиционной ОТО.

В современной физике получили распространение представления об «окончательной теории», на роль которой не без оснований претендует теория суперструн. Теория такого типа создаёт фундамент, лежащий в основе всех остальных теорий. В англоязычной литературе подобная теория уже много лет называется *ТОЕ* («*theory of everything*»), а в отечественной литературе — *ТВС* (*теория всего сущего*). Современная теория суперструн принципиально объясняет свойства фундаментальных частиц и их взаимодействий. Её создание претендует на объяснение *начала* нашего мира (Вселенной), а на этой основе развертывание понимания его эволюции. Однако создание теории в духе *ТВС* никоим образом не означает завершения исследовательской деятельности. Сегодня физики на полном серьезе говорят о том, что если теория суперструн верна, то устройство Вселенной имеет такие особенности, которые наверняка изумили бы даже Альберта Эйнштейна.

Философские аспекты фундаментальных физических парадигм во многом предопределены не только их взаимной дополнительностью, но и тем, что некоторые из них альтернативны по отношению к другим. Так, одна из парадигм, выражающая принципы и идеи теории прямого межчастичного взаимодействия (*action-at-a-distance*) Фоккера—Фейнмана и основанная на концепции дальнего действия, альтернативна полювому подходу. Разумеется, физико-теоретическое знание непосредственно не содержит в себе явного философского содержания. Философские смыслы конкретно-научного знания раскрываются в онтологическом, логико-гносеологическом и методологическом аспектах. При этом логико-гносеологический аспект раскрывается в эпистемологическом обосновании парадигмальных теорий и их важнейших элементов, определением их степени универсальности и границ применимости; методологический аспект реализуется в методологии физического познания в рамках соотношения между разными парадигмальными теориями, разными методами познания; онтологический аспект венчает главный смысл физико-теоретического исследования с точки зрения выявления содержания природно-материальных систем. Специфика философских проблем физики как смежной области знания раскрывается в ходе развития фундаментального физического познания и требует гибкости содержательной интерпретации знания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Владимиров Ю.С.* Метафизика. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002.
- [2] *Князев В.Н.* Концепция взаимодействия в современной физике. — М.: Прометей, 1991.
- [3] *Логонов А.А., Мествиришвили М.А.* Основы релятивистской теории гравитации. — М.: Изд-во МГУ, 1986.
- [4] *Зельдович Я.Б., Грищук Л.П.* Тяготение, общая теория относительности и альтернативные теории // *Успехи физических наук*. — 1986. — Т. 149. — Вып. 4.
- [5] *Аронов Р.А.* О методе геометризации в физике. Возможности и границы // *Методы научного познания и физика*. — М.: Наука, 1985.
- [6] *Грин Б.* Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. — М.: Едиториал УРСС, 2005.

PHILOSOPHICAL ASPECTS OF FUNDAMENTAL PARADIGMS IN PHYSICS

V.N. Knyazev

Ontology and Epistemology Department
Faculty of Humanities and Social Sciences
People's Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya Str., 10a, Moscow, Russia, 117198

In the article philosophical ideas of fundamental physic paradigms are under review. They were put forward by Yu.S. Vladimirov on the grounds of basic physic categories. The specific character of philosophical problems in physics as an allied sphere of knowledge is revealed in the course of development of fundamental physic experience and requires flexibility of epistemological interpretation of modern paradigmal knowledge.

Key words: philosophy of physics, fundamental paradigms, epistemology, gravitation, superstring.

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЭТИКИ И ЛИНГВИСТИКИ

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОГЕНЕТИКИ И ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ (статья вторая)*

В.М. Найдыш, Е.Н. Гнатик

Кафедра онтологии и теории познания
Факультет гуманитарных и социальных наук
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Макляя, 10а, Москва, Россия, 117198

В статье анализируются философские и конкретно-научные принципы, которые выступают теоретико-методологическим каркасом для определения пределов использования возможностей генной инженерии.

Ключевые слова: антропогенетика, генная инженерия, гуманизм, биотехнология.

В нашу эпоху генетика является одним из лидеров естествознания, и с каждым годом она укрепляет свое положение. Современная генная теория становится одним из основных теоретических блоков комплекса наук о человеке. В первой статье анализировались основные типы философских вопросов современной антропогенетики и генной инженерии [1]. В частности, отмечалось то обстоятельство, что современная антропогенетика является одной из главных составных частей комплексного познания человека. Более того, антропогенетика выполняет роль интегратора процесса синтеза современного биологического и социально-гуманитарного знания. И действительно, перед антропогенетикой и её важнейшим прикладным направлением — генетической инженерией — открывается перспектива прямого воздействия на биологическую природу человека. Это может повлечь за собой изменение способа бытия человека в мире с самыми неожиданными и подчас совершенно непредвиденными последствиями. Другими словами, антропогенетика стоит на пороге радикального роста возможностей её программирующего влияния на человеческую практику, на пороге непосредственного изменения основ биологической природы человека — этой главной производительной

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (грант № 08-03-00224а).

силы общества. Внутри биологического познания сформировалась исследовательская ситуация, в которой человек получил статус не только субъекта, но и основного объекта познания и предметного преобразования.

На этом пути открываются новые перспективные направления исследований. Так, реальная возможность направленного вмешательства в геном человека актуализирует анализ проблем, касающихся роли и значения наследственного фактора в целостной природе человека, связи этого фактора с индивидуальностью человека, с его нравственными качествами, творческим потенциалом и т.п. Здесь органично соединяются биологические, психологические и социальные методы познания человека. Биологическое познание открыто для контактов с системой гуманитарных наук, без которого невозможно создание целостной системы научного знания о живом. Наследственность человека и экология, медицина и философия, социология и психология, сохранение биологического разнообразия и рациональное использование биологических ресурсов — вот далеко не исчерпывающий перечень тех фундаментальных и прикладных направлений, успешное развитие которых возможно лишь во всеоружии современных антропогенетических знаний. Использование комплексного подхода в антропогенетике выдвигает задачу интеграции в единую теорию всего многообразия направлений, изучающих наследственность человека. Лишь в контексте такого комплексного подхода может наиболее полно выразиться единство предмета и объекта исследований природы человека.

Создание теории, в которой учитывалась бы вся сложность соединения социальных и биологических аспектов изучения антропогенетики, должно способствовать адекватному теоретическому обоснованию постоянно обновляющихся эмпирических данных в этой области. И действительно, современной антропогенетике необходимо исходить из того, что она изучает, во-первых, «социализированную» в процессе антропогенеза наследственность человека, а во-вторых, взаимодействие этой наследственности (нередко сложно опосредованное) с социальными факторами в ходе индивидуального развития человека. В этом смысле антропогенетика является синтетической наукой. Причем теоретико-методологическим ядром такого синтеза выступает, по-видимому, важнейший для биологии философский принцип эволюции, историзма.

Принцип историзма ориентирует генетику человека на изучение характера изменения наследственных основ на всём протяжении исторического развития человечества. В частности, перед антропогенетикой встает задача нахождения критериев, отражающих специфику и тенденции изменения генетической структуры вида *Homo sapiens*. Изучение закономерностей и путей становления специфической генетической организации человека в ходе антропогенеза сближает антропогенетику с исторической (эволюционной) генетикой. Такое понимание статуса антропогенетики позволяет, «с одной стороны, фиксировать совершающийся процесс развития конкретно-методологических основ этой науки, тенденцию её «социологизации», а с другой стороны, органично включить в круг социально-генетических исследований изучение вопросов эволюции и путей избавления человечества от неблагоприятных наследственных факторов, разработку мероприятий по со-

хранению и укреплению наследственных основ человечества и др.» [2]. Сближение антропогенетики и эволюционной генетики, в свою очередь, приводит к тому, что определение статуса антропогенетики ныне не может ограничиваться только онтологическим или гносеологическим аспектами, но должно обязательно включать в себя обсуждение и ценностей её оснований. Правильная стратегия в области антропогенетики возможна лишь при условии учёта в исследовательской и прикладной деятельности роли и значения ценностного подхода.

И действительно, сегодня биотехнологии обладают возможностями, о которых раньше невозможно было даже предположить. Причем такие возможности далеко не однозначны. Новаторские методы породили дилеммы, несущие в себе вызов моральным ценностям. Здесь важно обратить внимание на то чрезвычайно негативное обстоятельство, что достижения генетики и биомедицины, делая геном человека объектом постороннего вмешательства, катализируют не только возрастание значимости человеческой жизни, но и её падение. Как это ни парадоксально, но девальвация ценности жизни проявляет себя особенно ярко в технологиях, обеспечивающих воспроизводство человеческой жизни [3]. Создание «запасных» зигот и их последующее уничтожение — условие процедуры искусственного оплодотворения. Негативные результаты пренатальной диагностики — повод для искусственного прерывания жизни. Фетальная терапия превращает человеческие зародыши в «лекарственных младенцев», а по сути — в фармацевтическое «сырьё». Эмбрион становится товаром. Существует реальный риск овеществления эмбриона, а значит, и выросшего из него человека. Что это, путь к «новому рабовладению»? Серьезную угрозу достоинству и уникальности личности создаёт также разработка технологий клонирования человека.

Современная антропогенетика обогащается новыми, все более удивительными, фактами. В этой связи хотелось бы указать на недавно полученные экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что определение системы ценностей присуща человеку ещё на генетическом уровне. Американский нейробиолог, лауреат (1972) Нобелевской премии по физиологии и медицине Д.М. Эдельман с сотрудниками, разрабатывая компьютерную модель нервной системы, установил, что «система отбора мозга работает только при наличии врождённой ценностной ориентации» [4]. Исследователи были немало удивлены, что данная модель отказывается функционировать, если в неё не запрограммировать что-то вроде постулата: свет лучше темноты или темнота лучше света. Это должно задаваться, конечно, не словами, а последовательностью химических реакций. Работа коллектива Эдельмана по созданию теории ценностей позволила прийти к выводу, что в нервных системах ценности устанавливаются в процессе эволюции. Исследователи, задавшись вопросом, что значит быть человеком, пришли к ответу, что это значит «обладать гибкой системой ценностей, которая может изменяться под воздействием обучения. В мозге человека имеются определенные наследственные химические структуры, связанные с системой ценностей, и изменение этой системы под воздействием обучения позволяет человеку выполнять действия, которые не могут выполнять другие животные» [5]. Эта теория ещё полностью не разработана, однако учёные полагают, что невозможно создать теорию отбора, осущест-

ствляемого мозгом, не предположив существования определённой генетически заложенной системы ценностей. Сложнейшая проблема на этом пути — осуществление перехода от молекулярной структуры к клеткам, их взаимодействиям и мозгу в целом. Все это ставит перед философским анализом достижений антропогенетики и генной инженерии в качестве крайне важной задачу осмысления теоретико-методологических оснований постижения взаимосвязей «ген—мозг». В этой проблематике сфокусирована, на наш взгляд, основная перспектива развития философских проблем антропогенетики.

Аксиологические проблемы антропогенетики и генной инженерии имеют самое непосредственное отношение к научному прогнозированию и предсказанию. В условиях возрастания программирующей роли науки в обществе приобретает большое значение не только осмысление прошлого и реалий настоящего, но и анализ возможных альтернатив и сценариев будущего. Философская рефлексия, отражая универсальные отношения человека к миру и теоретически воссоздавая логику возможного будущего («возможных миров»), создаёт базу для адекватной оценки роли, значения и последствий достижений современной антропогенетики. Дабы не допустить развитие того или иного процесса по «стихийному сценарию», образ грядущего должен быть включён в процесс принятия решений. В антропогенетике и особенно в генной инженерии важно смещать акценты в сторону изучения возможного будущего, принимать во внимание последствия, выявлять сценарии и альтернативы грядущего, формировать его желаемые модели.

Современные генно-инженерные биотехнологии позволяют ставить фундаментальные практические задачи преодоления ограниченных возможностей биологической природы человека. Завоевание природы достигает в современных биотехнологиях наивысшей точки. По сути, ставится задача улучшения биологической реальности. Человек здесь выступает как её творец, проявляя тем самым свою универсальность. Впервые в истории живое становится объектом проектирования и конструирования; тем самым нивелируется различие между живым и неживым как объектами познания и преобразования. Безусловно, такого рода практическая деятельность должна быть ограничена определёнными рамками и запретами. Возможности генно-инженерного вмешательства для преобразования биологических объектов должны быть всесторонне продуманы и спрогнозированы. Поэтому дальнейшее безопасное развитие биотехнологии требует совершенствования управления всем этим комплексом исследований и практических разработок.

На наш взгляд, прогресс в сфере генно-инженерных технологий, к которому столь стремится научное сообщество, не должен рассматриваться как абсолютная цель. Научные достижения в области генетической инженерии являются, конечно, носителями новых надежд (в частности, в области лечения до сих пор неизлечимых болезней, борьбы с инвалидностью и др.). Об этом не следует забывать. Однако до какой степени подобные исследования совместимы с природой и свободой человечества? До какого предела следует разрешать экспериментальную интервенцию в человеческий организм, чтобы не нанести непоправимый ущерб человеческому достоинству, уникальности и неповторимости каждого индивида? Гуманитарная экспертиза сегодня является жизненно необходимой. Перед науч-

ным сообществом встала задача определения её мировоззренческой базы и основных ценностей. Таким образом, антропогенетика оказывает ощутимое воздействие на мировоззрение и на футурологические проекты, касающиеся перспектив человека и человечества. Антропогенетика и генная инженерия становятся всё более весомой частью общей культуры человечества, оказывая при этом мощнейшее влияние на её базовые представления и ценности.

Рассмотрение ценностных аспектов антропогенетики и генной инженерии должно учитывать основные направления реализации ценностного подхода в пост-неклассическом естествознании [6]: возрастание личностного начала и непосредственно творческого характера фундаментальной и прикладной познавательной деятельности; возрастание ответственности учёных за судьбы человечества; размывание границ между фундаментальным и прикладным познанием, между познавательной и практической деятельностью, между различными науками, отраслями научного познания; доминирующая роль гуманистического начала в познании; усвоение всемирно-исторического опыта человечества, прежде всего через его философское общение, и др. Вместе с тем в антропогенетике и генетической инженерии эти формы синтеза ценностного и когнитивного конкретизируются в систему специфических требований к познавательному процессу. Их следует охарактеризовать более детально.

Во-первых. В настоящее время, изучая любые объекты, учёные в большей мере, чем когда бы то ни было, сталкиваются с необходимостью учёта специфики человеческой деятельности, в которой преобразуются эти объекты. Учёт человеческого фактора становится первостепенным при изучении различных объектов биотехнологии, при изучении биосферных процессов и, конечно, в генной инженерии, генетике человека. Возрастание личностного начала и непосредственно творческого характера познавательной и практической деятельности ярче всего проявляется, когда специалист в области генетической инженерии человека, внедряясь в геном эмбриона, выступает как «генетический дизайнер» [7]. В данном случае учёный принимает (в соответствии с собственными предпочтениями и/или с общественными стереотипами) в одностороннем порядке необратимые решения, задающие основания и границы органических черт будущего индивида, а вместе с тем и черт личности. Из этого следует, что генетически запрограммированные личности уже более не смогут рассматривать себя как безусловных творцов своей собственной истории жизни. По сути, субъективность станет перераспределяться между двумя субъектами. Это может повлечь за собой множество самых неожиданных последствий, включая расщепление идентичности, изменение механизмов, формирующих самосознание, самопонимание, самооценку, а значит, и существенный сдвиг морально-нравственных норм, ценностей и идеалов. Необходимо отдавать себе отчёт в том, что реализация возможностей генетической инженерии приводит к угрозе трансформации не только человеческой телесности (которая является результатом биологической эволюции, насчитывающей миллионы лет), но и собственно человеческой культуры, её эмоционального строя, черт личности, особенностей её индивидуального сознания, духовного мира, способов переживания бытия, а также характера самоидентификации личности. Всё это, безусловно, го-

ворит о возрастании ответственности антропогенетиков и специалистов в области генетической инженерии за судьбы человечества.

Во-вторых. Особая значимость выбора приоритетных направлений фундаментальных и прикладных исследований. Такой выбор осуществляется на основе экспертных оценок, в которых учитываются как внутринаучные обстоятельства, так и вненаучные, т.е. актуальные потребности и интересы общества (социальные, национальные, культурные, экономические, политические и др.). Причём само осознание таких интересов является моментом идеологическим. А поскольку идеологические позиции, воззрения, взгляды, запросы существенным образом определяются коренными материальными интересами тех или иных социальных сил, то, разумеется, и выбор приоритетных направлений антропогенетических исследований, разработок в области генетической инженерии нередко находится под идеологическим воздействием.

В-третьих. Наука всегда была и остаётся ориентированной на поиск объективно истинного знания. Однако в настоящее время аксиологическая ориентация научного познания приобретает доминирующее влияние на развитие науки, выбор её целей. Сегодня мировое сообщество серьёзно обеспокоено вопросом: к чему может привести бурное развитие генной инженерии и, в особенности, бесконтрольные манипуляции с генами? Ведь их последствия до конца неизвестны и могут оказаться необратимыми, человек может стать жертвой собственных экспериментов. Существует множество реальных и гипотетических факторов, представляющих опасность для развития человечества. Таким образом, актуальной задачей на современном этапе является установление реальных пределов использования научно-технических возможностей генной инженерии.

Подобные решения должны быть всесторонне взвешенными, а любые возражения против научного прогресса должны учитывать неоспоримый факт его положительных перспектив. Основания здесь более глубокие, чем в случае определения приоритетных направлений теоретических исследований. Они не ограничиваются лишь комплексом социальных, национальных, экономических, политических и др. интересов, но в конечном счёте определяются общечеловеческими потребностями, возможными границами существования самого человека.

Возможно ли определение таких границ? И если возможно, то каким образом? Единой точки зрения здесь не существует. На наш взгляд, определение таких границ возможно, и важную теоретико-методологическую роль в нем выполняют философские принципы. Ведь предметом философии, как мы уже отмечали в первой статье, являются универсальные отношения в системе «человек—мир», т.е. именно те отношения, которые становятся сферой возможных преобразований средствами генной инженерии. Вместе с тем вопрос о том, какие философские принципы должны быть использованы для оценки границ применения генной инженерии, пока не получил достаточного освещения в нашей литературе.

На наш взгляд, основополагающим принципом, определяющим характер запретов на использование научных достижений в генетической инженерии человека, является принцип гуманизма в его современном прочтении. В условиях резкого

возрастания, с одной стороны, программирующей роли науки, а с другой — неопределенности последствий преобразующей окружающую природную среду человеческой деятельности, реализация гуманистического смысла научно-технического прогресса становится одной из глобальных проблем современности. И хотя принцип гуманизма от эпохи Возрождения до нашего времени претерпел немало трансформаций, тем не менее именно в непреходящих гуманистических ценностях, на наш взгляд, нужно попытаться найти мировоззренческую опору к решению проблем жизни, смерти, здоровья, болезни, достоинства и свободы человека. Нельзя допустить, чтобы наша эпоха стала эпохой обесценивания культурных традиций человечества. На наш взгляд, основной пафос идеи приоритета общечеловеческих ценностей, идеи ненасилия, ориентации на диалог и сотрудничество в отношениях между людьми, этносами и обществами, на снижение напряженности и агрессивности в межличностных отношениях носит общемировоззренческий, а не политизированный смысл. Такая идея задаёт границы самоидентификации человечества, её цивилизационного состояния.

Конечно же, принципом гуманизма в его современном понимании ограничиться нельзя. Он должен быть дополнен и конкретизирован с помощью других философских допущений. Так, в частности, на наш взгляд, должны быть использованы фундаментальные философские принципы историзма, целостности, системности, детерминизма и др. Кроме того, в ходе разработки и принятия решений о пределах использования возможностей генной инженерии должны быть учтены ещё и конкретно-научные принципы и обобщения.

Прежде всего, для человека как биологического вида необходимы те условия среды, в которых этот вид возник и эволюционировал. Отсюда важность сохранения этой среды (иначе нарушится эколого-эволюционный закон соответствия потребностей организма условиям среды). Поэтому, на наш взгляд, разного рода рассуждения о создании искусственной среды обитания человека являются по существу иллюзиями и утопиями. В литературе такая позиция уже высказывалась: «Нет никаких оснований для надежд на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды с той же степенью точности, что и естественные сообщества. Поэтому сокращение естественной биоты в объёме, превышающем пороговое значение, лишает устойчивости окружающую среду, которая не может быть восстановлена за счёт создания очистных сооружений и перехода к безотходному производству... Биосфера... представляет собой единственную систему, обеспечивающую устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях... Необходимо сохранить естественную природу на большей части поверхности Земли, а не в генных банках и ничтожных по своей площади резерватах, заповедниках и зоопарках» [8]. Кроме того, существующие генетические законы строго лимитируют вероятную изменчивость и адаптивные способности человека. А потому соотношение «риск—выгода» должно быть в полной мере учтено при разработке стратегии разумного управления биологической природой и здоровьем человека. При этом необходимо помнить, что антропогенетика находится в начальной стадии своего развития и обоснованных ответов на многие вопросы сегодня не существует.

Важным является также то обстоятельство, что результаты исследований молекулярной генетики дают возможность предположить отсутствие «нижнего порога» искусственных воздействий на живое. Ведь даже природный фон безвреден лишь статистически. К примеру, естественный радиационный фон способен вызывать мутации, ведущие к негативным и даже летальным последствиям для наиболее неустойчивых организмов. Этот факт очень важен для принятия управленческих решений, которые должны учитывать оценку степени риска в различных интервалах времени. «Природа знает лучше», у неё можно научиться, как добиваться успехов «мирным путём», вытесняя нежелательные формы более подходящими для наших целей. К сожалению, пока ещё недостаточно исследована структурная организация природных систем, их иерархическая организация, их пронизанность, связанность глобальным эволюционизмом. Отсюда всё возрастающее количество ошибок и угроз, перед которыми оказывается человечество в ходе реализации своей наступательной стратегии.

И ещё. В настоящее время стало очевидным, что весь геном функционирует как превосходно отрегулированный механизм, направляя развитие организма с одной стадии на другую. Ген никогда не проявляет своего действия отдельно, независимо от других генов. Он, скорее, функционирует как элемент системы, всего генома. В настоящее время гены уже сравнивают с экосистемой, где каждый фактор влияет на все остальные. Так, Э.О. Вильсон считает, что «в наследственности, как в окружающей среде, нельзя сделать что-то одно. Когда ген меняется в результате мутации или заменяется другим, очень вероятно возникновение побочных и, быть может, неприятных эффектов» [9]. Многообразие таких связей пока ещё не исследовано. Это — открытая проблема антропогенетики. И здесь любая поспешность может обернуться трагедией для человечества.

Интеграция философских принципов с конкретно-научными (биологическими, антропогенетическими и др.) предполагает использование различных методов и средств познания. Среди них: метод аналогии, методы экстраполяции знания, различные средства познания, допускающие антропоморфизацию, метод моделирования и т.д. На пути совершенствования таких методов ещё многое должно быть сделано.

(Продолжение следует)

ЛИТЕРАТУРА

- [1] См.: Вестник РУДН. Серия Философия. — 2008. — № 4. — С. 29—35.
- [2] *Пастушный С.А., Лысечко В.П.* Антропогенетика и синтез научного знания о человеке // Пути интеграции биологического и социо-гуманитарного знания. — М., 1984. — С. 194.
- [3] *Силуянова И.В.* Биоэтика в России: ценности и проблемы. — М., 2001. — С. 60.
- [4] *Харгиттаи И.* Откровенная наука: Беседы с корифеями биохимии и медицинской химии. — М., 2006. — С. 197.
- [5] Там же. — С. 197—198.
- [6] Ценности познания и гуманизация науки. — М., 1992. — С. 62—63.
- [7] *Хабермас Ю.* Будущее человеческой природы. — М., 2002.
- [8] *Горшков В.Г.* Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды. — М., 1990.
- [9] *Wilson E.O.* Reply to Fukuyama // The National Interest. — 1999. — № 56. — P. 35.

**PHILOSOPHICAL PROBLEMS
OF HUMAN GENETICS AND GENE ENGINEERING**
(the second article)

V.M. Naydysh, E.N. Gnatik

Department of Ontology and Epistemology
Faculty of Humanities and Social Sciences
Russia Peoples' Friendship University
Mikhukho-Maklaya Str., 10a, Moscow, Russia, 117198

In the article are analyzing philosophical and science principles, those are the theoretical base for clearing up the limits of using possibilities of gene engineering.

Key words: human genetics, gene engineering, humanism, biotechnology.

ПОЧЕМУ «ОРГАНИЗМ» ЭТИКИ ОТТОРГАЕТ ЭМБРИОНАЛЬНЫЕ СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ?

И.В. Силуянова

Кафедра биомедицинской этики
ГБОУ ВПО РГМУ им. Н.И. Пирогова
ул. Островитянова, 1, Москва, Россия, 117997

В работе даётся анализ этических проблем современных биомедицинских технологий с использованием стволовых клеток с целью выработки рекомендаций для формирования этически корректного законодательства, регулирующего применение и использование новых регенеративных технологий в России.

Ключевые слова: философия биологии, биоэтика, биомедицинские технологии, стволовые клетки, человеческий эмбрион.

«...не хвались завтрашним днем,
потому что не знаешь,
что родит тот день».

(Притч. 27,1)

В начале XXI века в центре внимания научной, медицинской, правозащитной общественности все чаще оказывается то, что связано со стволовыми клетками (СК) — их изучение, классификация, методы получения, многообещающие прогнозы, перспективы широкого применения и даже реклама практического использования.

Не только в научных, но и в популярных изданиях, в прессе публикуются статьи, посвященные проблемам изучения свойств стволовых клеток [1]. В них излагается суть заместительных технологий с использованием стволовых клеток (СК), которые основываются на простой, понятной и старой, как мир, идее о возможности замены устаревшей или повреждённой части какого-либо механизма новой. В случае современных заместительных технологий речь идёт о замене повреждённых тканей человеческого организма новой клеточной массой, способной восстанавливать поврежденные ткани. Эта способность присуща максимально энергоёмким клеткам — «стволовым». Это название содержит образ мощного ствола растения или дерева, содержащего в себе потенциал образования ветвей, цветов, листьев, плодов. Неудивительно, что существует ещё одно название новых технологий — регенеративные, или восстановительные.

Помимо раскрытия сути регенеративных (восстановительных) технологий, во многих публикациях упоминается о существовании ряда этических проблем, сдерживающих, ограничивающих и способных затормозить развитие новейших методик. Но практически нигде не раскрывалось их содержание, т.е. этическая суть дела.

Целью данной публикации является:

- во-первых, выделить главные этические проблемы новых технологий;
- во-вторых, определить, должна ли быть учтена этическая экспертиза границ допустимости и возможности применения терапии стволовыми клетками при разработке и принятии законов, регламентирующих использование СК.

Собственно этические проблемы

Этические проблемы восстановительных технологий непосредственно связаны с вопросами, что такое стволовые клетки (СК), где они находятся, откуда они берутся и как их можно получить?

Взрослый человеческий организм включает 250 типов клеток. Все это многообразие возникает из одного источника — стволовых клеток эмбриона человека, которые в своем развитии проходят стадии тотипотентности, полипотентности, малопотентности, достигая, наконец, монопотентности, т.е. клеток-предшественниц того или иного типа клеток, например, клеток крови, печени и т.п. По определению академика РАМН Ю.М. Лопухина, «стволовые клетки — это клетки, способные трансформироваться в более чем одну форму человеческих тканей» [2].

Где находятся эти клетки? Во-первых, они являют собой человеческий эмбрион на ранней стадии развития, во-вторых, после рождения человека они концентрируются в пуповинной крови, в-третьих, они находятся в костном мозге взрослого человека (стромальные СК), в жировой, кожной тканях.

Каковы методы их получения? При получении СК из пуповинной крови, особенно при информированном согласии родителей, из костного мозга, жировой ткани пациента (так называемые аутологичные СК клетки), опять же при его информированном согласии, этических проблем практически не возникает.

Вся острота этических проблем концентрируется вокруг получения СК из человеческих эмбрионов и фокусируется на методах извлечения СК из эмбрионов ранних стадий развития, связанных с их разрушением. Именно здесь встает вопрос: правомерно ли уничтожение одной человеческой жизни в целях использования продуктов её разрушения для сохранения другой человеческой жизни? Каково соотношение целей и средств подобного действия? Можно ли такими благими целями, как развитие науки и лечение болезней, оправдать такие средства их достижения, как уничтожение человеческой жизни и использование продуктов её уничтожения?

В своё время мудрый Соломон предостерегал от ошибочного «...пути всякого, кто алчет чужого добра: оно отнимает жизнь у завладевшего им» (Притч., 1,19). Классическая этика также отвечает на эти вопросы отрицательно: свобода действий любого человека ограничена свободой другого человека. Согласно категорическому императиву Канта, использование человека в качестве средства для достижения цели другого человека аморально.

Как ни специфична медицинская профессиональная этика, но и её основной принцип — «не навреди!» — есть ничто иное, как приложение классических этических принципов к профессиональной медицинской деятельности. Нанесение вреда человеческой жизни регенеративными технологиями, уничтожающими человеческую жизнь на ранних стадиях развития, — очевидно и реально. Нанесение вреда регенеративными технологиями больному человеку возможно. Наука сегодня располагает достаточным количеством данных, которые доказывают, что приживление эмбриональных клеток во взрослом организме проблематично: они или отторгаются, или погибают, или через некоторое время превращаются в раковые.

Врач-исследователь не в состоянии сегодня дать ответы на многие вопросы, среди которых: каковы могут быть отдалённые последствия данной терапии и можно ли избежать нежелательных превращений, включая генетические мутации, риск канцерогенеза?; как преодолеть опасность инфицирования при терапии эмбриональными стволовыми клетками и т.д. Ответы на эти вопросы требуют проведения серьёзной экспериментальной работы, как с эмбриональными клетками, так и с пациентами. Со времен Нюрнбергского процесса медицинские эксперименты на человеке без его согласия — «преступление против человечества». Сейчас эксперименты переносятся из области экспериментов над взрослыми людьми в область человеческой жизни до рождения. Но по объективным обстоятельствам эта начавшаяся жизнь не может защитить себя, не может высказать своего несогласия. Отсутствие же согласия в значительной степени ставит под сомнение этическую корректность научно-технической деятельности и экспериментальных медицинских исследований, связанных с извлечением СК из человеческих эмбрионов.

Каковы же существующие методы получения эмбриональных СК? К основным можно отнести следующие:

— получение СК из зародышевых клеток, выделенных из абортированных человеческих плодов;

— получение СК из внутренней клеточной массы бластоцист человека, полученных оплодотворением *in vitro*;

— получение СК из эмбрионов, созданных с помощью перенесения в человеческую яйцеклетку ядра соматической клетки человека (пациента) (терапевтическое клонирование);

— получение СК из эмбрионов-химер, созданных с помощью перенесения в яйцеклетку животного ядра соматической клетки человека (пациента).

Исторически первым был подвергнут критике метод получения СК из зародышевых клеток, выделенных из абортированных человеческих плодов.

Использование (утилизация) абортивных человеческих эмбрионов — этическая проблема XXI века. Можно ли выйти на уровень морального одобрения использования абортивных человеческих эмбрионов для терапии и для научных исследований?

Классическое моральное сознание отвечает отрицательно. Даже для прагматичного сознания в целях ответа на этот вопрос важно спрогнозировать последствия утилизации. В США была предпринята попытка просчитать возможные последствия социального признания использования абортивных человеческих эмбрионов на примере лечения диабета с помощью пересадки эмбриональных клеток. Было определено, что для курса лечения одного пациента потребуется 8 абортированных эмбрионов в возрасте 14—20 недель. В США 1,5 миллиона человек страдают диабетом. Таким образом, для «излечения» всех, страдающих диабетом, понадобится 12 миллионов абортированных эмбрионов. Однако в год в США абортируется только 120 000 эмбрионов [3]. Соотношение «спроса» и «предложения» находится в пропорции 100 : 1. Если к больным диабетом прибавить больных, страдающих болезнями, которые уже сегодня рассматриваются как области кли-

нического применения стволовых клеток, как-то: болезни Паркинсона, Альцгеймера, рассеянный склероз, инсульты, повреждения спинного мозга, инфаркты миокарда, врожденные пороки сердца, остеоартриты, иммунодефициты, лейкемии, опухоли, врожденные болезни крови, гепатиты, циррозы, ожоги, незаживляющиеся раны, остеопорозы, макулярная дистрофия, мышечная дистрофия (общее число потенциальных пациентов может составлять около 128 млн), то требуемое для «лечения» число абортных эмбрионов должно возрасти в миллионы раз. Что следует из этого? Ситуация конфликта «спроса и предложения» в условиях рыночной экономики способна породить коммерциализацию способности женщины быть источником яйцеклеток для производства стволовых клеток, а также практику продажи матери своего умерщвленного (например, по её согласию) ребёнка.

Весьма интересна этическая оценка существующих методов получения СК немецкими исследователями Томасом Хайнеманом (Tomas Heineman) и Людгером Хонфельдером (Ludger Honfelder). Получение клеток, выделенных из абортированных человеческих плодов, оценивается как менее проблематичное в этическом отношении по сравнению с тремя последующими из перечисленных нами методов. И это несмотря на то, что аморальность самого аборта не вызывает сомнения в Германии, где принят «Акт о защите эмбриона человека», по которому налагается строгий запрет на любую манипуляцию над человеческим эмбрионом, за исключением манипуляции, целью которой является сохранение и спасение эмбриона [4].

Из перечисленных выше методов абсолютно этически неприемлемо получение СК из внутренней клеточной массы бластоцист человека, полученных оплодотворением *in vitro*. В этих случаях СК извлекаются из тотипотентных клеток, т.е. клеток, из которых может сформироваться человеческий организм, а следовательно, человек может быть рожден и быть усыновлен.

В России же Президиум РАМН утвердил федеральную целевую научно-техническую программу «Новые клеточные технологии — медицине», где в качестве направления фундаментальных исследований обозначено «выделение плюрипотентных стволовых клеток человека (ЭСК) из невостребованных для лечения бесплодия бластоцист, полученных прежде всего путем оплодотворения *in vitro*».

Что же является основанием легализации моральной защиты человеческих эмбрионов в странах Западной Европы (в частности, в Германии)?

Основанием правомерности такой защиты является признание ценности человеческого достоинства человеческого эмбриона, т.е. того, что это живое существо принадлежит к человеческому роду.

В христианском богословии, весьма влиятельном в западной культуре, достоинство человека заключается в его «богоподобии», т.е. в способности человека к любви и милосердию, состраданию, исцелению, помощи и защите ближнего своего.

Понятие «достоинство» неразрывно связано с понятиями «достижение», «достигнуть», «достойный», в которых фиксируется качество, уровень, норма отношений человека к человеку. Качество человеческих отношений формирует чело-

веческое достоинство. Моральное достоинство эмбриона непосредственно определяется нашим отношением к человеческой жизни, а это отношение, в свою очередь, определяет наше собственное достоинство. Человеческое достоинство эмбриона человека непосредственно определяет его моральный статус как субъекта моральных отношений между ним и любым другим субъектом, в том числе и врачом-исследователем.

Моральный статус человеческого эмбриона

Моральное отношение предполагает наличие, по крайней мере, двух субъектов для того, чтобы это отношение могло состояться (S + S).

Первый субъект морального отношения — это тот человек, кто относится к кому-то. Второй субъект — это тот человек, к кому кто-то относится. Например, моральное отношение благодарности, безусловно, предполагает того, кто испытывает чувство благодарности, и того, к кому относится эта благодарность. Или, например, такое моральное отношение, как ненависть, опять же не может быть бессубъектной. Как правило, кто-то ненавидит кого-то. И любовь — это отношение, предполагающее того, кто любит, и того, на кого это чувство направлено.

Моральное отношение, в отличие от каких-либо отношений другого рода, например, производственных, как правило, всегда эмоционально окрашено, имеет чёткую направленность, напряженность, намеренность, устремленность.

Именно эта эмоциональная и целевая направленность к другому человеку как субъекту или цели нашего отношения фиксируется понятием «интенциональность» (от английского *intention* — намерение, стремление, цель).

В контексте обсуждаемой проблемы статуса эмбриона понятия «мать» и «отец» уникальны тем, что представляют собой понятия, содержащие морально-интенциональное содержание. Каждое из этих понятий предполагает наличие ребёнка, существа, родителями которого они являются. «Мать» чья? «Отец» кого? Понятия «ребёнок», «дитя» также морально-интенциональны, ибо предполагают, включают наличие родителей, их зачавших и родивших. Само понятие «беременность» уходит своими корнями в древние слова «бремя», «беру», в которых сохраняется значение «нести» и «сохранять». Смысл этих слов раскрывается в дополнении — «кого», «что» нести и сохранять [5]. Неудивительно, что в «Конвенции о ликвидации всех форм дискриминации в отношении женщин» ГА ООН 1979 г. (ст. 5) утверждается «понимание материнства как социальной функции и признание общей ответственности мужчин и женщин за воспитание и развитие своих детей...». При этом «во всех случаях интересы детей являются преобладающими» [6].

Однако новое человеческое существо, растущее в теле женщины, ещё не дитя, а эмбрион. Тем не менее, этот организм имеет свои биохимические, биофизиологические параметры, отличные от материнских. Во-первых, геном зачатого существа всегда уникален и отличен от генома женщины. Зачатое существо представляет собой индивидуальный на генетическом уровне субъект, которого никогда ранее в мире не существовало и которого никогда в будущем не будет существовать. Во-вторых, тела матери и ребёнка могут иметь разные биохимические показатели крови. В-третьих, зародыш в половине случаев бе-

ременностей является существом другого — мужского — пола. В-четвертых, субъект бремени может существенно обременять женщину, вплоть до явных ощущений принципиальных изменений своего физического состояния в широком диапазоне проявлений этого изменения — от прекращения менструального цикла до различных форм токсикоза.

Жизнь любого человеческого существа зависит от окружающей его среды и пищи. Жизнь развивающегося ребёнка зависит от среды и пищи, которые обеспечивает ему вынашивающая его мать. Во всех других отношениях — это полностью отличное от матери, уникальное существо. Или, другими словами, *уникальный биофизиологический субъект*. Данный факт — это «биологическое» *основание моральной субъектности* человеческого эмбриона. Выявленное нами «биологическое» *основание моральной субъектности* человеческого эмбриона достаточно, но не необходимо для констатации морального статуса начавшейся человеческой жизни. Необходимое *основание* и моральный признак начавшейся человеческой жизни уникально просты. Это факт самой реальности нашего обсуждения этого вопроса. Факты обсуждения, факты принятия решения о сохранении жизни или возможности разрушения жизни существа говорят о том, что это существо — реальное действующее лицо морального отношения и действия. И от нашего морального к нему отношения — любви, милосердия, справедливости — зависит, быть или не быть его жизни, зависит то, сохраним ли мы его в качестве субъекта нашего к нему морального отношения или уничтожим его, или, точнее, дадим, предоставим «право» его уничтожить, т.е. преступить моральную заповедь «не убий». Или совершим действие, которое, по словам христианского богослова св. Иоанна Златоуста, «хуже убийства». Действие, которое оценивается как то, что «хуже убийства» — это нарушение моральной заповеди любви — любви матери к своему ребёнку. Вряд ли кто в состоянии подвергнуть сомнению то, что любовь — это моральное чувство, характеризующее отношение между людьми. Вряд ли можно сомневаться в том, что моральное отношение предполагает наличие, по крайней мере, двух субъектов, для того чтобы моральное отношение могло состояться. По этому основанию вряд ли разумно отрицать то, что зачатый плод, судьба которого здесь и сейчас обсуждается, является реальным моральным действующим лицом нашего нравственного к нему отношения и действия. Эмбрион человека является реальным субъектом моральной рефлексии. Как таковой, он может быть подвергнут моральному или аморальному действию и, следовательно, его включённость в моральные отношения и его статус морального субъекта не может вызывать сомнения.

Однако необходимо отметить одну особенность морального статуса человеческого эмбриона, которая отличает его от морального статуса взрослого человека. Эта особенность — *беззащитность формирующейся жизни*. Она не может ответить на насилие, она не может сопротивляться несправедливым решениям, она не может остановить преступление. *Именно эта* особенность начальной стадии человеческой жизни повышает меру нашей моральной ответственности за неё. Чем беззащитней существо, тем более оно нуждается в защите.

Проблема различий моральных, законодательных, культурных, политических и религиозных позиций

Обоснование необходимости моральной защиты, приведенное нами, может быть подвергнуто критике со стороны этиков-прагматиков, аргументы которых концентрируются вокруг принципа пользы. «Повторю, — утверждает Дж. Харрис, директор Института медицины, права и биоэтики, директор по науке Центра социальной этики и политики Университета Манчестера, — что этот принцип призывает приносить пользу людям, если это в наших силах. Если есть возможность использовать ресурсы ради выгоды, неправильно упускать такую возможность и растрчивать ресурсы впустую. Трудно найти аргументы в пользу то, что более этично позволить эмбриональному материалу пропасть, чем использовать его ради благой цели. Без сомнения, лучше сделать что-то хорошее, чем ничего не делать; лучше использовать что-то с выгодой, чем позволить пропасть зря» [7]. Если речь идет о «ресурсах», о «материале», то действительно лучше использовать их с выгодой. Практика превращения в выгодные «ресурсы» человеческие отходы (кожа, волосы и т.п.) уже известна европейской истории. Данная историческая аналогия многих отрезвляет.

Важно учитывать, что в каждой «полезной ситуации» люди разделяются, по крайней мере, на две группы. Одна — это те, кому будет принесена польза. Другая — те, кто будет её приносить. И здесь возникает вопрос: как? Отвечая на этот вопрос, нельзя не учитывать слова Соломона о вещах, «*что ненавидит Господь*», одна из которых «*руки, проливающие кровь невинную*» (*Притч. 6, 16—17*). Именно эта позиция обнаруживает всю несостоятельность открытого Харрисом этического принципа, который, по его мнению, позволяет использовать зародышевые ткани, которые по разным причинам остаются «лишними» и разрушаются. С точки зрения Харриса, этот принцип превращает всех тех, кто пользуется естественным сексуальным воспроизводством, в сторонников терапии эмбриональными стволовыми клетками. При каждой успешной беременности, которая приводит к рождению ребёнка, теряется или *самопроизвольно* абортируется несколько эмбрионов, т.е. жизнь одного человека есть как бы результат гибели многих эмбрионов. Значит, допустимо рассматривать жизнь и здоровье одного человека как результат, приобретенный ценой уничтожения эмбрионов и получения из них искомого целебного «материала». Ошибка Харриса заключается в том, что он не различает естественного процесса, независимого от сознания, мотивов действующих лиц, от процесса искусственного, действия осознанного, намеренного, просчитанного и умышленного.

Ошибка Харриса заключается именно в том, что он не различает естественную, *самопроизвольную*, по его же выражению, гибель некоторых эмбрионов, от гибели эмбрионов от «*рук, проливающих кровь невинную*».

Чьими же «руками» хочет приносить пользу и расчленять человеческие эмбрионы в промышленных масштабах Дж. Харрис? Это руки врачей, медиков. Неудивительно, что большинство из них не согласны с принятием такой участи. К большинству относится общественность Германии, Франции, Ирландии, где ис-

следования на эмбрионах запрещены. К ним можно отнести и страны, где есть запреты на аборты — это Польша, Израиль, Словакия, Литва, Венгрия, Словения, Чешская Республика, Мальта. В Португалии, где аборт запрещён, нет запрещающего законодательства, но и нет подобных исследований. Признают ценность человеческой жизни независимо от целей других людей или их исследований в Австрии. Исследования на жизнеспособных эмбрионах запрещены в Испании, Финляндии, Швеции. Международная позиция — это позиция ООН, утвердившая в начале 2005 года запрет на терапевтическое клонирование человеческих эмбрионов как возможного источника для получения стволовых клеток.

А что же делается в России?

Действительно, разные страны, имея свои юридические основы, историю, политическую систему, по-разному решают и этические вопросы. По сути, основной этический вопрос для России — это как согласовать международные критерии, аргументы, решения с тем, что делается у нас.

В России активно проводят исследования по терапевтическому применению эмбриональных стволовых клеток при отсутствии специального законодательства.

Законодательными рамками, допускающими проводимые исследования, является разрешение абортов по желанию женщины, по социальным и медицинским показаниям.

Моральными основаниями, одобряющими исследования, являются принципы прагматизма. Мировоззренческими — принципы атеизма и материализма.

Аргумент о человеческом достоинстве, способный ограничить манипуляции над человеческой жизнью, а именно то, что человек — это «образ и подобие Божие», в лучшем случае для большинства экспериментаторов неясен и непонятен, и поэтому не является «рабочим». Наши учёные-соотечественники хорошо учились в школе, а в школе учили, что человек — это вершина биологической эволюции, а потому скорее буквально «образ и подобие обезьяны». В этом плане весьма показателен доклад сотрудников Института биологии развития РАН, Института акушерства и гинекологии РАМН, Института мозга РАН «Исследование молекулярно-генетических механизмов развития глаза плода человека» во главе с Р.Д. Зиновьевой на конференции «Стволовые клетки и перспектива их использования в здравоохранении» (27.05.2004, г. Москва). В докладе, посвящённом исследованиям механизма развития глаза плода человека, была приведена таблица, состоящая из двух частей — одна называлась «Глаз тритона», другая — «Глаз млекопитающего», и именно она была посвящена строению глаза человека. Человек — это млекопитающее. Эта мировоззренческая позиция для наших учёных является основанием для допустимости практической деятельности по уничтожению эмбриона человека и извлечению из него клеточного материала, о допустимости любого прагматического использования абортированных плодов человека, допустимости использования абортированных плодов человека в интересах развития науки. Действительно, какая разница между тритоном и млекопитающим? Но разница все же есть: тритон не может себе позволить все вышеперечисленное — это преимущество млекопитающего-человека.

Несмотря на политические особенности, Россия все же не одинока. В Бельгии и Нидерландах отсутствуют регулирующие законодательства такого рода. А в Великобритании проводят исследования на эмбрионах при действующем разрешающем законодательстве с 1990 года («Акт о человеческом оплодотворении и эмбриологии»). В 2000 году обе палаты парламента Великобритании большинством голосов одобрили исследования со стволовыми клетками и терапевтическое клонирование. Если Россия предпримет попытку создания законодательных актов, регулирующих исследования и использование эмбриональных стволовых клеток, силами медицинского сообщества, где лидерами неизбежно будут заинтересованные в развитии данного направления, то Россия также неизбежно пойдет путем Великобритании. Но если законодатели будут действовать в рамках Федерального закона «О науке и государственной научно-технической политике» (1996 г.), а именно согласно статье 13, п. 3 — «определение основных направлений государственной политики, научно-техническое прогнозирование, выбор приоритетных направлений развития науки и техники, разработка рекомендаций и предложений о реализации научных и научно-технических программ и проектов, об использовании достижений науки и техники осуществляются в условиях гласности, с использованием различных форм общественных обсуждений, экспертиз, и конкурсов» и согласно статье 14, п. 4, по которой «органы исполнительной власти Российской Федерации и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации обязаны заблаговременно информировать население о безопасности, в том числе экологической, экономической и о социальной значимости создаваемых производств и объектов, использующих достижения науки и техники», то у России появляется шанс присоединиться к европейскому большинству и к выбору позиции защиты человеческой жизни и человеческого достоинства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Клетка отсчёта // Итоги. — № 16 (618). — Апрель 2008; От нашего ствола — вашему стволу // Русский Newsweek. — 13—19 марта 2006; Стволовые клетки: спокойный разговор // Медицинский вестник. — 2003. — № 13—14; Бессмертие — это реально // Москва и москвичи. — 2003. — № 8—9; *Пальцев М.* Лечение в свете клеточной биологии // Медицинская газета. — 07.04.2004. — № 26; Осторожно — клетка // Итоги. — 2004. — 347(441) и т.д.
- [2] *Лопухин Ю.М.* Биоэтика. Избранные статьи и доклады (1993—2003). — М.: Геотармед, 2003. — С. 110.
- [3] *Maugh T.* Transplant Cell Aided Diabets // Los Angeles Times. — 12.03.1995; *Джон и Барбара Уилки.* Мы можем любить их обоих. Аборт: вопросы и ответы. — М., 2003. — С. 101.
- [4] *Heineman T., Honnefelder L.* / Principles of ethical decision making regarding embrionic stem cell research in Germany // Bioethic. — 2002. — Vol. 16, Number 6.
- [5] *Фасмер М.* Этимологический словарь русского языка в 4-х томах. — М., 1986. — Т. 1. — С. 155.
- [6] Международные акты о правах человека. Сборник документов. — М., 1999. — С. 247.
- [7] *Харрис Дж.* Стволовые клетки и воспроизводство // Человек. — 2003. — № 5. — С. 133.

WHY DOES THE «ORGANISM» OF ETHICS REJECTS THE EMBRYO STEM CELLS?

I.V. Siluyanova

Head of Department biomedical ethics
Russian State Medical University named after N.I. Pirogov
Ostrovitjanova Str., 1, Moscow, Russia, 117997

The article provides an analysis of the ethical issues in the modern biomedical technologies with use stem cells for the purpose of development of recommendations for formation of ethically correct legislation, regulating the application and use of the modern regenerative technologies in Russia.

Key words: philosophy of biology, bioethics, biomedical technology, embryo stem cells, human embryo.

СТАНОВЛЕНИЕ ЛИНГВИСТИКИ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ НАУКИ

П.Н. Барышников

Кафедра философии, культурологии и этнологии
Пятигорский государственный лингвистический университет
пр. Калинина, 9, Пятигорск, Россия, 357532

В статье осмысляется статус теоретико-методологической «суверенности» лингвистики как науки, а также раскрывается принцип междисциплинарного взаимодействия лингвистики с рядом гуманитарных дисциплин, в исследовательском поле которых лежат философские проблемы языка.

Ключевые слова: философия лингвистики, междисциплинарное взаимодействие, философия языка, герменевтика.

Проблема целостного осмысления языка восходит к глубокой древности, к первым попыткам античных мыслителей понять знаково-символическую природу языка и его связь с действительностью. По философским проблемам языка написана масса трудов, в которых рассмотрены такие фундаментальные вопросы, как соотношение между словом и объектом, языковые универсалии, метафорическая природа номинации, природа языковых норм, взаимосвязь языка и мышления и т.д. Основная методологическая сложность заключается в том, что в ходе становления теоретических подходов при формулировке философских вопросов относительно языка далеко не всегда чётко определялись внутридисциплинарные трактовки тех или иных понятий. Дело в том, что и в общей филологии, и философии языка, и в лингвистике рассматривается общая системность языка, но на различных уровнях её репрезентации. Целью данной статьи является рассмотрение некоторых философских проблем, связанных со становлением лингвистики как самостоятельной отрасли научного знания.

Лингвофилософия и лингвистика

Прежде всего, необходимо определить место лингвистики в общем корпусе знаний о языке. Итак, лингвистика, входящая вместе с литературоведением, частными языковедческими дисциплинами и текстологией в состав филологических наук, изучает не только существующие (существовавшие или возможные в будущем) языки, но и человеческий *Язык-вообще*, что и является её главным отличием от языкознания, где рассматриваются конкретные культурно-обусловленные факты речи, или языковые явления, то есть акты речевого взаимодействия носителей живого языка. Это отличие (кстати, приемлемое далеко не всеми лингвистами) закрепляет за лингвистикой статус строгой науки, но способной осмыслить целостность своего объекта. Её методология способна от системного анализа языкового материала выйти на уровень универсальных абстракций и предполагает наличие философской метапозиции относительно как объектов, так и методов иссле-

дования. Заметим, что в большинстве словарей лингвистика и языкознание представлены как синонимы.

В гносеологическом аспекте лингвистика включает в себя наблюдение; регистрацию и описание фактов речи; выдвижение гипотез для объяснения этих фактов; формулировку гипотез в виде теорий и моделей, описывающих язык; их экспериментальную проверку и опровержение; прогнозирование речевого поведения. Объяснение фактов бывает внутренним (через языковые факты) либо внешним (через факты физиологические, психологические, логические или социальные) [4. С. 618—619].

В этой связи вызывает сложность отличие философских проблем лингвистики от лингвистических проблем философии. Ведь существуют такие направления, как лингвистическая философия (разновидность аналитической философии, занимающаяся логическим анализом языка в условиях естественной коммуникации) и философия языка (исследующая функциональные модальности языка в русле онтологии, теории познания и даже этики), семиотика и логика. Язык также рассматривается герменевтикой, феноменологией Гуссерля, прагматизмом, структурализмом, причем в этих философских направлениях не ставятся конкретные лингвистические вопросы, но на основе лингвистических данных совершается выход на более универсальный уровень абстрагирования, где язык представляется в виде универсального трансцендентально-герменевтического единства.

От Платона до Гумбольдта теории языка не разделялись на философию языка и лингвистику. С классической древности до конца XVIII в. лингвистика не была отделена от логики, и её предметом считались единые общечеловеческие способы выражения мысли [3].

Вычленение лингвистики в отдельную сферу знания произошло в XIX в., и это было связано с выработкой эволюционного взгляда на язык, позволившего определить предмет лингвистики — различные языки в их историческом развитии.

Для большей наглядности приведем несколько примеров философских проблем внутри теоретического знания о языке.

Известный вопрос о соотношении слова и объекта, означающего и означаемого иногда трактуется как проблема произвольности/мотивированности языкового знака и берет свое начало в трудах античных философов. В силу вещественного понимания чувственно-материального космоса язык в античности определялся как совокупность имён вещей. Споря о сущности именованного, античные философы исходили из противопоставления совершенной природы несовершенному человеческому обычаю, закону, установлению, которому свойственны произвол, условность, случайность [2. С. 33]. В «Кратиле» Платона раскрывается мысль о несостоятельности радикальных подходов к вопросу соотношения имени и вещи и доказывается релевантность теоретического синтеза «натуроцентризма» и «человека как меры всех вещей» [5]. Начиная ещё с натурфилософского периода, языковые знаки рассматривались как ступень познания, т.к. они способны отражать определённые свойства объективных сущностей. В принципе, вся история вопроса о номинации и соотношении вещи и имени состоит в признании или отрицании

сторонниками природной или конвенциональной теории происхождения языка взаимосвязи знаковых отношений с действительностью... Аристотель, являясь приверженцем конвенциональной теории, определяет знаковую ситуацию через триаду предмета, мыслимого понятия и звучащего слова, где «слова, выраженные звуками, суть символы представлений в душе, а письмена — символы слов» [1. С. 65]. Этот семиотический треугольник останется на долгое время основной теоретической базой для лингвистических изысканий.

Перечень философских вопросов внутри комплекса лингвистических подходов можно продолжать довольно долго, но, к сожалению, в них не усматриваются проблемы самой лингвистики как науки. Очень часто происходит подмена тезисов: когда говорят о философских проблемах лингвистики или о философии языкознания, за этим стоят философские трактовки языка, мышления, языкового сознания, языковой картины мира, текста и т.д. От всех иных видов гуманитарного знания лингвистику отличает то, что в ней объект познается собственными модальностями. Язык-объект полагается в поле языка-метода, языка-классификатора, языка-регистратора. В связи с тем что язык как целостная смысловая система выступает посредником между человеком и окружающим его миром, его основной характеристикой выступает *имманентность человеческому бытию*. Благодаря символотворческой способности человека через языковую систему актуализируется отношение между именем и вещью, между знаком и значением, между говорящим и понимающим, и, таким образом, по словам М. Хайдеггера, язык даёт «сбыться человеку в его собственном существе».

Результаты междисциплинарного взаимодействия

Лингвистике как строгой науке недоступны метафизические смыслы её собственного объекта, но в её проблемном поле лежит не менее значимая знаково-символическая или, как её иногда называют, номенклатурная структура материального выражения языка: фонетика, грамматика, морфология, лексика, семантика, синтаксис, коммуникация и т.д. На наш взгляд, этим и объясняется тот факт, что философские проблемы лингвистики не затрагивают лингвистику как таковую, а обретаются в поле междисциплинарного взаимодействия. М.В. Лебедев, анализируя историческую эволюцию лингвистических учений, предлагает разбить их на следующие направления: логическое, сравнительно-историческое, структурное и конструктивное [3]. Очевидно, что в каждом из направлений можно выделить ряд философских проблем: в логике — критерий истинности, онтологические и когнитивные основания высказывания, формализация; в сравнительно-историческом языкознании — проблема происхождения языка и мышления, миграции смысловых концептов в рамках этимологии, взаимосвязь языка, мифа и ритуала; в структурализме — проблема структурных универсалий и инвариантных систем и т.д. То есть все этапы становления теоретического знания о языке соприкасаются в той или иной фазе с логикой, философией, историей, психологией, социологией. Так, в конце XX века «когнитивистика отказывается от сосюрловских дихотомий язык—речь, синхрония—диахрония, синтаксис—семантика, лексика—грамматика,

объявляет язык одной из когнитивных способностей человека (наряду с ощущениями, восприятием, памятью, эмоциями, мышлением); а лингвистику — частью междисциплинарной науки когнитологии (когнитивистики). Теория дискурса отказывается от естественнонаучной модели знания, отдаёт приоритет качественному анализу и помещает лингвистику в междисциплинарную науку — человековедение, — объектом которой является человек» [6. С. 11—20].

Таким образом, мы видим, что *философские проблемы лингвистики формулируются в контексте иных дисциплин*, исследующих язык. В итоге корпус лингвистики как целостной науки о системе языка состоит из отдельных междисциплинарных синтетических направлений: философия языка, психология языка, физиология речи, социолингвистика, прагматическая лингвистика, этнолингвистика, компаративистика, математическая лингвистика и т.д. На наш взгляд, в данном междисциплинарном взаимодействии можно ставить и решать такие нетривиальные философские вопросы, как: 1) основные функции языка; 2) «язык» и «речь», их взаимоотношение; 3) системность языка и природа языкового знака; 4) знак и сущность значения; 5) система языка и история языка («синхрония» и «диахрония») и их логическая взаимосвязь; 6) развитие языка: внутренние закономерности и внешние воздействия; 7) единицы языка и аспекты (структурный, функциональный) их изучения (в соответствующих отраслях языкознания); 8) индукция и дедукция, их удельный вес в теоретических построениях современной лингвистики; 9) место языкознания в системе наук вообще, и в частности среди наук, изучающих язык [9. С. 312—319].

Чем же объясняется эта странная зависимость осмысления языка в его целостности от степени взаимодействия лингвистики с иными отраслями гуманитарного знания? На наш взгляд, ответ прост — эта зависимость кроется в особенности самого объекта лингвистического исследования. Язык, в отличие от других объектов узкоспециальных дисциплин, является нам во всеобщей полноте и многообразии своих аспектов, что относит его к объектам философской рефлексии. Язык — это и дом бытия (Хайдеггер), и инструмент, посредством которого восприятие обладает субъектом (Мерло-Понти), и работа духа в материале членораздельного звука (Гумбольдт), и упорядоченная система знаков, и совокупность смысловоразделительных единиц (Соссюр) и т.д. Все определения выводят проблемные области лингвистики за рамки строгой науки. Через исследование механизмов функционирования языка всеобщего, языка конкретного, языка в узусе лингвистика выходит к предельным основаниям языкового сознания, мышления, смыслопорождения, коммуникации, т.е. к проблемам, лежащим в области фундаментальных философских изысканий.

Приведем пример того, как дескриптивная констатация чисто лингвистических фактов знаково-символической системы при обобщении и абстрагировании трансформируется в проблемы философского характера.

Б. Уорф в своей работе «Отношение норм поведения и мышления к языку» [8] ярко демонстрирует переход от лингвистического анализа грамматических категорий к особенностям мировоззренческих систем на примере европейских и язы-

ковой группы индейцев хопи. Например, в европейских языках грамматическое выражение хронотопа (пространства и времени) позволяет сменяющуюся череду дней и ночей представить в виде временного отрезка длительности, на воображаемой линии которого можно расположить произошедшие, происходящие или намеривающиеся произойти события. Этот временной план невозможно выразить в языке хопи, т.к. день и смена дня и ночи описывается языком не как векторный временной процесс, а как поочередное появление темного и светлого онтологического локуса. «„Несколько дней“ воспринимается не так, как „несколько людей“, а как последовательное появление *одного и того же человека*» [8. С. 187] (курсив авт.). Очевидно, что для комплексного изучения темпоральной грамматической категории, актуализированной в сосюрских языке (*langue*) и речи (*parole*), необходима философская рефлексия над проблемой сопоставления духовно-экзистенциальной и духовно-культурной репрезентации времени в языковой деятельности в целом (*langage*); сюда же относится проблема онтологического статуса форм деятельности языкового сознания, что, разумеется, выходит за рамки научной лингвистической компетенции.

Таким образом, можно заключить, что для лингвистики одной из ключевых проблем в русле философии науки становится вопрос о её статусе в комплексе общего гуманитарного знания о языке. Иными словами, главная философская проблема лингвистики (не языка) — это проблема её научной суверенности.

Билатеральность лингвистической междисциплинарности

Ещё в начале XX столетия Ф. де Соссюр указывал на то, что языкознание в историческом развитии смыкалось то с филологией, историей и этнографией, то с биологией, антропологией и физиологией, то с психологией [7], перенимая методологические и философские технологии той или иной отрасли. С другой стороны, оставлять за лингвистикой статус теоретического знания лишь о номенклатурных системах не совсем правомерно. Ведь именно систематический подход к языку через анализ его материальной знаково-символической базы позволяет выйти на тот уровень абстрагирования, на котором возможна постановка лингво-философских вопросов в контексте других дисциплин. Иными словами, лингвистика (строгая наука) универсализирует язык как исследовательский объект, и, редуцируя внешнюю форму выражения, позволяет методами других дисциплин работать на метауровне.

Существует и обратный процесс, когда от лингвистики требуется создание знакового аппарата для абстрактной логико-прагматической структуры. Так произошло, например, с кибернетической лингвистикой и программно-математическим моделированием. Это направление выделяется также большой практической значимостью по сравнению с остальными междисциплинарными отраслями. На современном этапе кибернетическая лингвистика достигает колоссальных результатов, преобразуя прагматические смыслы в вычислительные команды. Футурологические прогнозы предупреждают, что если дискретная система исчислений будет способна к анализу символических языковых структур и сможет вос-

производить многоуровневые знаковые отношения, то наступит эпоха мыслящих машин, со всеми вытекающими последствиями этического характера.

Таким образом, определение статуса лингвистического знания можно разложить на два направления: 1) для полноценного комплексного осмысления языка как научного объекта лингвистике необходимы «науки-доноры», философы которых органично инкорпорируются в область лингвистических теоретических задач; 2) теоретико-методологический аппарат лингвистики применяется в иных областях знания для строгого описания сложных внесубстанциональных объектов, для дискурсивного выражения которых подбирается знаково-символическая модель. В обоих случаях научная суверенность лингвистики попадает под сомнение.

Рисуется довольно парадоксальная картина. В начале рассуждений мы характеризовали лингвистику как науку, способную к постижению целостности языковой системы, чья методология способна от номенклатурного анализа языкового материала перейти на уровень универсальных абстракций. Впоследствии лингвистика представлялась либо как методологическая система, либо как формально-логический аппарат для целей и задач иных наук.

На наш взгляд, состояние науки и степень как естественнонаучного, так и гуманитарного осмысления многоуровневых отношений человека и действительности на сегодняшний день таково, что маргинальное состояние лингвистики представляется вполне закономерным. Эту междисциплинарную зависимость можно трактовать как позитивный методологический универсализм, связанный с тем, что язык являет нам бытие, и лингвистика жертвует своей институциональной целостностью во имя познания через язык. Вся история становления лингвистической теории состоит из попыток искусственного преобразования объекта, чтобы отбросить от него то лишнее, что не позволяло создать единую теорию языка. Возможно, лингвистическое знание в силу своего необычного межпарадигмального статуса — это единственный универсальный способ одновременно синтезировать и анализировать духовно-материальную совокупность языка и его включенность в сложные многообразные отношения системы Человек—Мир.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Античные теории языка и стиля. — СПб.: Алетейя, 1996. — С. 65.
- [2] Зубкова Л.Г. Общая теория языка в развитии. — М.: Изд-во РУДН, 2003.
- [3] Лебедев М.В. Философия языка на фоне развития философии. <http://ru.philosophy.kiev.ua/library/misc/diskurs/lebedev.html>
- [4] Лингвистический энциклопедический словарь. — М., 1990.
- [5] Платон. Соч. — Т. 1. — М.: Мысль, 1991.
- [6] Ревзина О.Г. Лингвистика XXI века: на путях к целостности теории языка // Критика и семиотика. — М.: Изд-во МГУ, 2004. — Вып. 7. — С. 11—20.
- [7] Соссюр Ф де. Труды по языкознанию. — М.: Прогресс, 1977. — С. 54.
- [8] Уорф Б. Отношение норм поведения и мышления к языку // Языки как образ мира. — М.: АСТ, 2003. — С. 157—220.
- [9] Чикобава А. О философских вопросах языкознания // Известия АН СССР. Отделение литературы и языка. — Т. 33. — № 4. — М., 1974. — С. 312—319.

PHILOSOPHICAL PROBLEMS OF LINGUISTICS

N.P. Baryshnikov

Department of philosophy, culture studies and ethnology
Pyatigorsk State Linguistic University
pr. Kalinina, 9, Pyatigorsk, Russia, 357532

The article discusses the theoretical and methodological 'sovereignty' of linguistics as a science and focuses on the concept of cross-disciplinary interaction between linguistics and a number of humanities disciplines having philosophical language problems within their fields of study.

Key words: philosophy of linguistic, cross-disciplinary interaction, philosophy of language, hermeneutics.

ЛОГИКО-ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВАНИЯ МАТЕМАТИКИ

ОНТОЛОГИЯ КВАНТОВОЙ МАТЕМАТИКИ*

В.Л. Васюков

Кафедра истории и философии науки
Институт философии РАН
ул. Волхонка, 14, Москва, Россия, 119991

Утверждение о том, что математика может быть формализована в рамках некоторой неклассической логики, может носить двойкий характер. И причиной тому является то обстоятельство, что онтология (универсум) неклассической математики может быть как глобальной, так и локальной по отношению не только к классической, но и всем иным неклассическим онтологиям математики. Предложенная в статье конструкция квантоса как категорного глобального универсума позволяет распространить это утверждение на случай квантовой математики.

Ключевые слова: онтология, квантовая математика, неклассическая логика, теория множеств, квантосы.

1. Введение: неклассическая логика и неклассическая онтология

Аристотель оставил нам в наследство не одну, но две разных логики: раннюю диалектическую *logoi* «Топики» и формальную силлогистическую логику «Первой Аналитики», более позднюю, которая рассматривает логику таким же образом, как современная символическая логика, т.е. как «отделившуюся от диалектики», а не «искусство мышления». Символическая логика является «теорией общих объектов» (по удачному выражению, «физикой предмета вообще»), так что, как пишет известный историк логики Ю. Бохеньский, «у логики, как её сейчас понимают, предмет тот же, что и у онтологии» [5. Р. 288].

При таком подходе можно говорить, что онтология, с современной, достаточно распространенной точки зрения, является разновидностью «пролегомена» к логике. Если онтологию рассматривать как интуитивное, неформальное исследование категориальных аспектов сущностей вообще, то логика занимается систематической формальной, аксиоматической разработкой предварительно обработанного онтологией материала. Помимо этого различия в методе — онтология

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ («Логический плюрализм и его онтологические и эпистемологические следствия»), проект № 09-03-00545а.

неформальна и интуитивна, логика формальна и систематична — существует ещё и другое различие, выражающееся в том, что онтология представляет собой наиболее абстрактную теорию реальных объектов, в то время как логика есть общая онтология и реальных и идеальных объектов, т.е. как абстрактных, так и конкретных [5. Р. 290].

По мнению некоторых исследователей, примером подобной общей онтологии является *теория типов*, которая весьма похожа на старые томистские воззрения на бытие. Она, в частности, утверждает, что класса всех объектов не существует вообще, а это очень похоже на утверждение, что бытие не является родом. Более того, первые два типа удивительно подобны двум аристотелевским категориям: субстанции и акциденции. Однако, несмотря на все эти параллели, сегодня теория типов не является доминирующей парадигмой.

Эту роль в наши дни выполняет, скорее, теория множеств. Согласно этому взгляду, логика может получать различные интерпретации в различных областях произвольной мощности, но при этом и все области, и все интерпретации являются частями теории множеств. Таким образом, только для различных теоретико-множественных областей и интерпретаций онтология может быть «теорией общих объектов», и только как часть теории множеств она может быть пролегоменом к логике. Отсюда теория множеств содержит и общую онтологию, а согласно сторонникам подобной точки зрения любой философский анализ (и касающийся не только онтологии) может проводиться лишь в рамках различных расширений теории множеств, т.е. в теории множеств с возможными добавлениями конкретных объектов (урэлементов) и эмпирических предикатов [6. Р. 37—72].

Первопорядковая классическая логика обычно интерпретируется с помощью моделей (так называемых моделей Тарского), представляющих собой некоторое множество, таким образом, что утверждение значимо тогда и только тогда, когда в любой модели из истинности посылок следует истинность заключения. Совокупность всех множеств, называемая *универсумом* множеств, снабжает нас всевозможными разновидностями моделей, требуемых для интерпретации нашей логики. Отсюда, в некотором смысле, первопорядковая логика детерминируется универсумом множеств (моделей). Действительно, пишет Кит Девлин, «...если наша функциональная иерархия должна снабжать нас „теорией множеств“ некоторого типа, то тогда значения функций должны вести себя как истинностные значения. Но какие разновидности множеств действительно ведут себя как истинностные значения?.. Ответ хорошо известен: булевы алгебры!» [7. Р. 132—133].

В частности, если \mathbf{B} является булевой алгеброй, стандартный метод получения приемлемого «*универсума множеств*» даётся с помощью следующих определений:

$$V_0^{\mathbf{B}} = \emptyset,$$

$$V_{\alpha+1}^{\mathbf{B}} = \{f : f : V_{\alpha}^{\mathbf{B}} \rightarrow \mathbf{B}\},$$

$$V_{\lambda}^{\mathbf{B}} = \bigcup_{\alpha < \lambda} V_{\alpha}^{\mathbf{B}}, \text{ если } \lambda \text{ есть предельный ординал,}$$

$$V^{\mathbf{B}} = \bigcup_{\alpha} V_{\alpha}^{\mathbf{B}}.$$

Элемент $V^{\mathbf{B}}$ называется *булевозначным множеством*, или, более точно, $V^{\mathbf{B}}$ является булевозначным универсумом. По сути дела, здесь принимаются следующие положения: базисным элементом универсума является пустое множество, на следующем шаге в качестве элемента берется булева алгебра, затем множество всех подалгебр булевой алгебры и т.д.

Справедливо ли это в случае неклассической логики, то есть существуют ли такие разновидности множеств, которые ведут себя как истинностные значения неклассических логик? На первый взгляд кажется, что ответ положителен. Но тогда каждая разновидность неклассической логики нуждается в своей разновидности универсума множеств, обеспечивающего поведение значений функций как значений истинности, и мы должны уметь строить такие неклассические универсумы множеств.

Интересно, что подобным образом может быть получен и квантовый универсум, представляющий собой онтологию «квантовых множеств», т.е. универсум моделей квантовой логики. В этом случае [11. Р. 310] мы следующим образом определяем $V_{\alpha}^{(\mathbf{Q})}$ по трансфинитной индукции над α и $V^{(\mathbf{Q})} = \bigcup_{\alpha \in On} V_{\alpha}^{(\mathbf{Q})}$, где On есть класс всех ординалов, а \mathbf{Q} — ортомодулярная решётка:

$$1) V_0^{(\mathbf{Q})} = \emptyset;$$

$$2) V_{\alpha+1}^{(\mathbf{Q})} = \left\{ u : u : D(u) \rightarrow \mathbf{Q} \text{ и } D(u) \subseteq V_{\alpha}^{(\mathbf{Q})} \right\},$$

где $D(u)$ обозначает область определения u ;

3) если α является предельным ординалом, то

$$V_{\alpha}^{(\mathbf{Q})} = \bigcup_{\beta < \alpha} V_{\beta}^{(\mathbf{Q})}.$$

В то же время подобная схема (с соответствующими изменениями распространённая на иные разновидности алгебр, соответствующих неклассическим логикам) не является единственным способом получения универсумов. Поскольку с формальной точки зрения теория множеств есть не что иное, как элементарная логическая теория, то, изменяя логическую часть этой теории, получаем конструкцию теории множеств, основанной на неклассической логике. Тогда в рамках подобной теории можно попытаться построить кумулятивную иерархию множеств или даже соответствующий «алгебробразный» универсум. Имеются многочисленные примеры реализации подобного подхода (см. Приложение 1).

Некоторый объединяющий рассматриваемые подходы результат можно обнаружить в работе Гаиси Такеути «Квантовая теория множеств», где доказано, что квантовая теория множеств (сконструированная по той же схеме, что и *FZF*) выполняется в квантовозначном универсуме. Проблема лишь в том, что «...математика, основанная на квантовой логике, имеет очень богатое математическое содержание. Это ясно демонстрируется тем фактом, что имеется много полных булевых алгебр внутри квантовой логики. Для каждой полной булевой алгебры \mathbf{B} математика, основанная на \mathbf{B} , как показано... имеет богатое математическое значение. Поскольку математика, основанная на \mathbf{B} , может рассматриваться как подтеория

математики, основанной на квантовой логике, нет никаких сомнений относительно того факта, что математика, основанная на квантовой логике, очень богата. Ситуация, по-видимому, выглядит следующим образом. Математика, основанная на квантовой логике, чересчур огромна, чтобы довести её до конца» [11. Р. 303].

2. Глобальные и локальные онтологии

Существует ещё одно обстоятельство, влекущее за собой проблематичность рассматриваемой картины неклассических онтологий. И является оно следствием того, соперничают ли неклассические логики между собой или же они образуют одно огромное дружное семейство. Грэм Прист пишет: «Так или иначе, любая из нестандартных логик... [интуиционистская, многозначная и квантовая, релевантная и паранепротиворечивая, условная и свободная] корректна, их наличие служит нам напоминанием о том, что логика не является множеством принятых истин, но дисциплиной, в которой претендующие на значимость теории соперничают друг с другом» [9. Р. 307]. Коль скоро логический плюрализм влечёт за собой онтологический плюрализм (существование многочисленных неклассических теорий множеств, дающих модели для этих неклассических логик), то, как следствие, возникает вопрос о взаимодействии неклассических онтологий, соперничают ли они между собой или, наоборот, дружелюбны друг к другу.

Имеется и довольно простой аргумент в пользу того, почему логический плюрализм влечёт за собой плюрализм универсумов. Если рассматривать обычные определения операций на множествах

$$\begin{aligned}x \cup y &=_{def} \{a: a \in x \vee a \in y\}, \\x \cap y &=_{def} \{a: a \in x \wedge a \in y\}, \\x - y &=_{def} \{a: a \in x \wedge \neg(a \in y)\},\end{aligned}$$

то плюралист всегда задаст вопрос о том, какого типа связки \vee , \wedge , \neg используются в этих определениях. Если это классические связки, то алгебра подмножеств любого множества будет булевой алгеброй и другой (Гейтинга, релевантной, да Косты и т.д.) в противном случае.

Тем утверждением, кажущимся на первый взгляд тривиальным, что алгебра подмножеств любого множества является булевой алгеброй, мы обязаны лежащей в основании классической логике: если мы изменим логику, то, как следствие, рассматриваемая алгебра с необходимостью будет другой. Но что случится, если мы изменим только наши определения операций на множествах, притом таким образом, что они будут основываться на неклассических логических связках \vee , \wedge , \neg , и рассмотрим алгебру с полученными новыми операциями? В сущности, поскольку в модели теоретико-множественные операции ответственны за истинностные значения формул, то это может привести к возможности интерпретации соответствующей неклассической логики в данном множестве. Следовательно, мы получим ситуацию, когда в классическом универсуме у нас существует интерпретация неклассической логики. Но в этом нет ничего необычного: подобного рода процедура как раз типична для неклассической логики. Мы можем освоить в нашем классическом универсуме столько неклассических логик, сколько нам нужно.

Ситуация изменится, если мы возьмем неклассический универсум, а затем введем в нем классические теоретико-множественные операции. В этом случае мы получим интерпретацию классической логики в неклассическом универсуме. Более того, можно продолжить подобное умножение операций путем повторного использования иных неклассических связей, получая новые интерпретации неклассических систем. И в этом случае мы сталкиваемся с ситуацией, когда в рамках неклассического универсума существует интерпретация классической логики наряду с другими логическими системами.

Имеются ли в нашем распоряжении какие-нибудь способы проверить, классичен или неклассичен наш универсум? С точки зрения логического плюрализма ответ будет отрицательным. Мы можем утверждать самое большее только то, что имеется одна лежащая в основании (глобальная) логика, определяющая и определенная нашим универсумом, в то время как существует множество (локальных) логик, населяющих универсум, не определяемый ими. Разумеется, глобальность и локальность в подобном контексте являются просто метафорическими маркерами, фиксирующими состояние дел. Это было бы не так, если бы у нас имелись конструктивные аргументы в пользу выбора той или иной логики в качестве основной или детальные методы этого выбора и оценки его последствий, но, к сожалению, у нас их нет.

3. Теоретико-категорная онтология

В наши дни у теории множеств как основания математики появился конкурент — теория категорий. И если раньше у логики все области и все интерпретации являлись частями теории множеств, то теперь появились интерпретации, которые являются частями теории категорий.

Подобными интерпретациями снабжает нас в первую очередь теория *топосов*, специального вида категорий. Но топосы с самого начала оказались неклассическими конструкциями, образуя конструктивный интуиционистский универсум для математических исследований. Так, например, Роберт Гольдблатт в своей книге «Топосы. Категорный анализ логики» [3] использовал конструкцию топоса функторов из малой категории в категорию множеств Set для построения категорной семантики интуиционистской логики, в которой алгебра Гейтинга играет роль малой категории.

Но, с другой стороны, «налагая на топосы вполне естественные условия (экстенциональность, существование сечений эпистрелок, существование натурально-числового объекта), мы приходим к топосам, соответствующим в точности моделям классической теории множеств. Поэтому в той же мере, в которой теория множеств служит основанием математики, им же может служить и теория топосов» [З. С. 344]. Здесь, конечно, речь идет о классической математике, основывающейся на классической теории множеств. Однако что означает наложение «вполне естественных условий» на топосы?

Не вдаваясь в детали, здесь сразу можно констатировать, что мы сталкиваемся с ситуацией, когда классический универсум является локальным универсумом (частным случаем топоса общего вида) в отношении элементарного топоса, при-

рода которого чисто интуиционистская, т.е. принципиально неклассическая. Таким образом, топосы демонстрируют нам ситуацию в основаниях математики, когда онтология глобально носит существенно неклассический характер, будучи в то же время локально классической.

Можно ли ставить вопрос о локализации других неклассических онтологий при глобальной интуиционистской онтологии? Положительный ответ на этот вопрос мы получаем при обращении к так называемым *изменяющимся* множествам (термин Ф.У. Ловера) или *интенциональным* множествам, иначе также называемым *теоретико-множественными концептами* (терминология Р. Гольдблатта). Гольдблатт указывает, что интенционал, обычно рассматриваемый как смысл выражения (что идет ещё от Р. Карнапа), определяет этот смысл как выражаемый им индивидуальный концепт, когда, например, интенционалом выражения « x есть конечный ординал» является смысл (концепт) понятия конечного ординала. На категорном языке это реализуется в построении категории концептов множеств Set^P , когда отдельный концепт представляет собой функтор, сопоставляющий каждому p из P множество индивидов, про которые известно, что они являются конечными ординалами [3. С. 226].

Отсюда, варьируя P , мы в состоянии наложить различного рода «естественные ограничения» на множества индивидов, получая теоретико-множественные концепты, описывающие неклассические множества. В частности, это варьирование используется при получении интерпретации квантовой логики в топосах (см. Приложение 2), когда теоретико-множественные концепты описывают квантовые множества.

Работает ли подобный метод при локализации других неклассических онтологий? Ответ также положителен. Подобным же образом можно использовать категорию Set^A функторов из так называемой CN-категории (теоретико-категорный эквивалент алгебры да Косты) в категорию Set [13]. Эта категория также представляет собой топос, и полнота паранепротиворечивой системы логики да Косты C_1 доказывается именно по отношению к подобной разновидности топосов. Аналогичный подход был реализован и для случая релевантной логики R [2].

4. Квантосы (квантовые топосы) как основание математики

Можно ли, однако, глобализировать онтологию, требующуюся для интерпретации квантовой логики? В этом случае мы бы получили квантовый универсум в качестве основания математики, в котором можно было бы локализовать другие неклассические онтологии.

Будем действовать следующим образом: определим категорию, которая структурно будет ориентирована на квантовую логику, но подобна топосу в том отношении, что её «классификатор подобъектов» будет иметь структуру ортомодулярной решётки.

Определение. Категория \mathbf{C} представляет собой *квантос* (квантовый топос), если она имеет произведения и копроизведения (соответственно терминальный объект 1 и начальный объект 0) и содержит выделенный объект Ω , который имплицитно является ортомодулярной решёткой, т.е. имеются стрелки *true*: $1 \rightarrow \Omega$,

$false: 1 \rightarrow \Omega, \perp: \Omega \rightarrow \Omega, \cap: \Omega \times \Omega \rightarrow \Omega, \cup: \Omega \times \Omega \rightarrow \Omega$, выполняющие постулаты ортомодулярной решётки [1. С. 75].

В частности, для постулатов ортодополнения мы получаем:

- $x \wedge x^\perp = 0$ на языке стрелок означает, что $\cap \circ (\text{id} \times \perp) = false$;
- $x \vee x^\perp = 1$ на языке стрелок означает, что $\cup \circ (\text{id} \times \perp) = true$;
- $(x^\perp)^\perp = x$ на языке стрелок означает, что $\perp \circ \perp = \text{id}$;
- $(x \wedge y)^\perp = x^\perp \vee y^\perp$ на языке стрелок означает, что $\perp \circ \cap \circ (\text{id} \times \text{id}) = \cup \circ ((\perp \circ \text{id}) \times (\perp \circ \text{id}))$;
- $(x \vee y)^\perp = x^\perp \wedge y^\perp$ на языке стрелок означает, что $\perp \circ \cup \circ (\text{id} \times \text{id}) = \cap \circ ((\perp \circ \text{id}) \times (\perp \circ \text{id}))$;
- постулат ортомодулярности «если $x \leq y$, то $x \vee (x^\perp \wedge y) = y$ » на языке стрелок означает, что если $\cap \circ (\text{id}_x \times \text{id}_y) = \text{id}_x$, то имеет место $\cup \circ (\text{id}_x \times (\cap \circ (\perp \circ \text{id}_x), \text{id}_y)) = \text{id}_y$.

Очевидным образом стрелки $true, false, \perp, \cap, \cup$ индуцируют на $\mathbf{C}(A, \Omega)$ (множестве всех стрелок из A в Ω) алгебраическую структуру ортомодулярной решётки. Действительно, для данных стрелок $\varphi, \psi: A \rightarrow \Omega$ нетрудно доказать, что если $\varphi \cap \psi = \varphi$, то $\varphi \cup (x^\perp \cap y) = y$, где для любых $\varphi, \psi: A \rightarrow \Omega$ пишем $\varphi \cap \psi, \varphi \cup \psi, \varphi^\perp$ вместо $\cap \circ \langle \varphi, \psi \rangle, \cup \circ \langle \varphi, \psi \rangle, \perp \circ \varphi$ и т.п. Используя свойства категорного произведения, мы имеем $\varphi \cap \psi = \cap \circ \langle \varphi, \psi \rangle = \cap \circ (\text{id} \times \text{id}) \circ (\varphi \times \psi) = \text{id} \circ \varphi = \varphi$, откуда $\cap \circ (\text{id}_x \times \text{id}_y) = \text{id}_x, \varphi \cup (\varphi^\perp \cap \psi) = \cup \circ \langle \varphi, \varphi^\perp \cap \psi \rangle = \cup \circ \langle \varphi, \cap \circ \langle \varphi^\perp, \psi \rangle \rangle = \cup \circ \langle \varphi, \cap \circ \langle \perp \circ \varphi, \psi \rangle \rangle = \cup \circ \langle \varphi, \cap \circ (\perp \circ \varphi \times \psi) \rangle = \cup \circ (\varphi \times \cap \circ (\perp \circ \varphi \times \psi)) = \cup \circ (\text{id} \times (\cap \circ (\perp \circ \text{id} \times \text{id}) \circ \langle \varphi, \psi \rangle)) = \text{id} \circ \psi = \psi$. Аналогичным образом действуем и в случае других постулатов. Для любой пары стрелок $f, g: A \rightarrow \Omega$ мы можем определить частичное упорядочение как $f \leq g$, если и только если $f \cap g = f$. Известно, что подобное упорядочение, в свою очередь, задаёт на $\mathbf{C}(A, \Omega)$ категорную структуру. Поскольку в каждой ортомодулярной решётке каждая цепь порождает булеву подалгебру [1. С. 76], то следует ожидать, что каждый квантос будет содержать в себе булевы топосы.

Как, однако, убедиться, что квантос действительно даёт нам универсум для интерпретации квантовой логики, учитывая, что подобная логика обладает рядом особенностей, выделяющих её в ряду неклассических логик? Р. Гольдблатт в своей работе «Семантический анализ ортологик» [8] рассматривает логическую систему не как множество правильно построенных формул, но как собрание их упорядоченных пар, удовлетворяющих определенному условию замыкания. Логик такого типа он называет бинарными. Они характеризуются классом орто-, ортомодулярных решёток в том смысле, что $A \vdash B$, если и только если $\nu(A) \leq \nu(B)$, где ν есть функция из множества правильно построенных формул в орторешётку, для которой связки \neg и \wedge интерпретируются как ортодополнение и решёточное пересечение соответственно. Построенная им система ортологик \mathcal{O} , характеризуемой классом орторешёток, определяется следующей аксиоматикой:

- Аксиомы.** 1) $\alpha \vdash \alpha$;
2) $\alpha \wedge \beta \vdash \alpha$;

- 3) $\alpha \wedge \beta \vdash \beta$;
- 4) $\alpha \vdash \neg\neg\alpha$;
- 5) $\neg\neg\alpha \vdash \alpha$;
- 6) $\alpha \wedge \neg\alpha \vdash \beta$.

Правила вывода.

- 7) $\frac{\alpha \vdash \beta \quad \beta \vdash \gamma}{\alpha \vdash \gamma}$;
- 8) $\frac{\alpha \vdash \beta \quad \alpha \vdash \gamma}{\alpha \vdash \beta \wedge \gamma}$;
- 9) $\frac{\alpha \vdash \beta}{\neg\beta \vdash \neg\alpha}$.

В приведённой формулировке $\alpha \vdash \beta$ означает, что β выводима из α .

Если использовать определение $\alpha \vee \beta =_{def} \neg(\neg\alpha \wedge \neg\beta)$, то от ортологик \mathbf{O} можно перейти к квантовой логике \mathbf{OM} , характеризуемой классом ортомодулярных решёток, присоединяя к \mathbf{O} дополнительную аксиому

- 10) $\alpha \wedge (\neg\alpha \vee (\alpha \wedge \beta)) \vdash \beta$.

Семантика квантовой логики описывается с помощью понятий квантовых фреймов и моделей.

Определение 1. Квантовый фрейм представляет собой тройку $\langle X, \perp, \psi \rangle$, где

- 1) X является непустым множеством;
- 2) \perp есть отношение ортогональности на X , т.е. $\perp \subseteq X \times X$ симметрично и иррефлексивно.
- 3) ψ есть непустое множество *-замкнутых (1) подмножеств X , таких, что
 - а) ψ замкнуто относительно теоретико-множественного пересечения и операции $*$ (см. примечание);
 - б) для любых $Y, Z \in \psi$, $Y \subseteq Z$ и $Y^* \cap Z = \emptyset$ влечёт $Y = Z$.

Определение 2. Квантовая модель представляет собой четверку $\langle X, \perp, \psi, \nu \rangle$, где

- 1) $\langle X, \perp, \psi \rangle$ есть квантовый фрейм;
- 2) ν есть функция, ставящая в соответствие каждой пропозициональной переменной α *-замкнутое подмножество $\nu(\alpha)$ из ψ .

В роли семейства ψ ортогонально замкнутых подмножеств X можно брать ортомодулярную решётку, тем более что условие (б) из определения 1 выполнимо (это следует из того факта, что в орторешётках условие $a \leq b \ \& \ a^\perp \wedge b = 0 \Rightarrow a = b$ является необходимым и достаточным условием ортомодулярности [1. С. 77]). Нетрудно убедиться в выполнимости аксиом и правил вывода системы квантовой логики Гольдблатта.

Определим \mathbf{C} -оценку как функцию $V: \Phi_0 \rightarrow \mathbf{C}(1, \Omega)$, приписывающую каждой пропозициональной букве π_i некоторое истинностное значение $V(\pi_i): 1 \rightarrow \Omega$. Эту функцию очевидным образом можно распространить на множество Φ всех формул:

- а) $V(\neg\alpha) = \perp \circ V(\alpha)$;
- б) $V(\alpha \wedge \beta) = \cap \circ \langle V(\alpha), V(\beta) \rangle$;
- в) $V(\alpha \vee \beta) = \cup \circ \langle V(\alpha), V(\beta) \rangle$.

Будем говорить, что формула α будет **C**-значима (записываем $\mathbf{C} \models \alpha$), если $V(\alpha) = true: 1 \rightarrow \Omega$ для всех **C**-оценок V .

Свяжем v и V , полагая $V(\pi_i) = true$, если $v(\pi_i) = 1$, и $V(\pi_i) = false$ в противном случае. Нетрудно доказать, что $V(\alpha) = true$, если и только если $v(\alpha) = 1$, что позволяет получить доказательство следующей теоремы:

Теорема. Для любого квантоса $\mathbf{C} \mathbf{C} \models \alpha$, если и только если $\vdash_{\text{OM}} \alpha$ (т.е. α доказуема в *ОМ*).

Дальнейшее исследование квантоса заключалось бы во введении в нём функторов, призванных интерпретировать кванторы, однако здесь возникают трудности, связанные с формулировкой и пониманием того, что собой представляет первопорядковая квантовая логика (версию подобной логики можно найти в работе [11]).

В заключение заметим следующее. В программе первой конференции по неклассической математике, которая состоялась в июне 2009 г. в г. Хейнице, Чехия, говорится: «20-е столетие явилось свидетелем нескольких попыток построить математику (или её часть) на различных основаниях, отличающихся от тех, которые даёт ей классическая логика. Основополагающие интуиционистские и конструктивные построения теории множеств, арифметики, анализа и т.д. позднее сменились подобными же построениями, основанными на релевантной, паранепротиворечивой, модальной и других неклассических логиках. Предмет исследования подобных теорий может быть назван неклассической математикой и формально пониматься как изучение (той части) математики, которая формализована или может быть в принципе формализована в рамках некоторой логики, отличной от классической».

Анализ, проведенный в работе, показал, что утверждение о том, что математика может быть формализована в рамках некоторой неклассической логики, может носить двоякий характер. И причиной тому является то обстоятельство, что онтология (универсум) неклассической математики может быть как глобальной, так и локальной по отношению не только к классической, но и всем иным неклассическим онтологиям математики. Предложенная в статье конструкция квантоса как квантового глобального универсума позволяет распространить это утверждение на случай квантовой математики. По-видимому, в этой связи имеет смысл говорить не только о логическом плюрализме, но и о порожденном им онтологическом плюрализме, учёт которого в основаниях науки мог бы пролить свет на ряд проблем в философии науки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

В качестве иллюстрации формулировки теории множеств, основывающейся на неклассической логике, приведем нечёткую (fuzzy) теорию множеств. *Нечёткая теория множеств* представляет собой разновидность теории множеств, подчиняющуюся нечёткой логике *FL*, для которой постулируется лемма Цорна и аксиома двойного дополнения, откуда можно интерпретировать классическую

теорию множеств *ZFC* в подобной теории множеств *FZF*. Предикатными символами *FZF* являются \in и $=$...

Интересующие нас нелогические аксиомы *FZF* выглядят следующим образом:

2.1. Нелогические аксиомы *FZF*.

- A1.** *Аксиомы равенства:* $\forall u \Box(u = u)$; $\forall u, v (u = v \Rightarrow v = u)$,
 $\forall u, v, w (u = v \wedge v = w \Rightarrow u = w)$;
 $\forall u, v, w (u = v \wedge u \in w \Rightarrow v \in w)$; $\forall u, v, w (u = v \wedge w \in u \Rightarrow w \in v)$.
- A2.** *Экстенциональность:* $\forall u, v (\forall z(z \in w \leftrightarrow z \in v) \Rightarrow u = v)$.
- A3.** *Аксиома пары:* $\forall u, v \exists x \forall z (z \in x \leftrightarrow z = u \vee z = v)$.
- A4.** *Объединение:* $\forall u \exists x \forall z (z \in x \leftrightarrow \exists y \in u (z \in y))$.
- A5.** *Степень:* $\forall u \exists x \forall z (z \in x \leftrightarrow \forall y \in z (y \in u))$.
- A6.** *Индукция:* $\text{Ext} \varphi(x) \wedge \forall x (\forall y \in x \varphi(y) \rightarrow \varphi(x)) \Rightarrow \forall x \varphi(x)$.
- A6.** *Отделение:* $\forall x \exists y \forall z (z \in y \Rightarrow z \in x \wedge \exists z' (z = z' \wedge \varphi(z')))$.
- A7.** *Аксиома выделения:* $\forall u [\forall y \text{Ext} \varphi(x, y) \rightarrow \exists v (\forall x \in u \exists y \varphi(x, y) \Rightarrow \forall x \in u \exists y (\Box(y \in v) \wedge \varphi(x, y)))]$.
- A8.** *Бесконечность:* $\exists x \Box(\exists y (y \in x \wedge \forall y \in x (\exists z (y \in z)))$.
- A8.** *Двойное дополнение:* $\forall u \exists x \forall z (z \in x \leftrightarrow \neg \neg (z \in u))$.
- A7.** *Лемма Цорна:* $\forall y (\text{Chain}(y, x) \rightarrow \cup \forall y \in x \Rightarrow \exists z \text{Max}(z, x)$, где
 $\text{Chain}(y, x)$: $\exists t (t \in y \wedge (y \subset x) \wedge \forall t, u \in y (t \subset u \vee u \subset t)$,
 $\text{Max}(z, x)$: $z \in x \wedge \forall t \in x (z \subset t \rightarrow z = t)$ " (здесь $w \Rightarrow u$ означает $\Box(w \rightarrow u)$,
а $x \Leftrightarrow z$ означает $\Box(x \leftrightarrow z)$) [12. P. 17—18].

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Исходным пунктом для интерпретации квантовой логики в топосах служит то обстоятельство, что для произвольной малой категории *C* категория функторов *Set^C* является топосом [3. С. 219]. Если взять ортомодулярную решётку *E*, которая определяет алгебраическую структуру подавляющего числа квантовых логик, то, как и всякая решётка, она будет представлять собой конечно пополную категорию порядка. Отсюда при построении категории *Set^C* можно взять в качестве *C* ортомодулярную решётку, т.е. построить категорию *Set^E*.

Неясно, однако, как категорно интерпретировать ортодополнение, которое выражает свойства отрицания в квантовой логике. В случае алгебры Гейтинга такой проблемы не возникает ввиду того, что в алгебре Гейтинга отрицание не является примитивной связкой, но вводится по определению с использованием константы \perp (ложь) и импликации.

Чтобы обойти эту трудность, снабдим рассматриваемую категорию предпорядка функтором, передающим свойства ортодополнения. Сама идея подобного подхода восходит к предложению А. Рискоса и Л.М. Лайты функторно моделировать классическое отрицание в категориях предпорядка [10]. Выбор категорий предпорядка выгоден здесь именно тем, что в силу единственности стрелок мы сразу можем говорить и о дедуктивных исчислениях и о категориях, поскольку мы не будем нуждаться в тождествах на стрелках: все стрелки единственны.

Определение. Ортокатегория E представляет собой категорию предпорядка, снабжённую контравариантным функтором ${}^{\perp}: E \rightarrow E$, такую, что:

- 1) E имеет инициальный объект 0 и терминальный объект 1 ;
- 2) E имеет конечные копроизведения $[-, -]$ и конечные произведения $\langle -, - \rangle$;
- 3) функтор ${}^{\perp 2}$ естественно эквивалентен единице в E , т.е. ${}^{\perp 2}a \cong a$ для любого объекта a из E ;
- 4) $\langle a, {}^{\perp}a \rangle \cong 0$, $[a, {}^{\perp}a] \cong 1$ для всех объектов a из E ;
- 5) ${}^{\perp}[a, b] \cong \langle {}^{\perp}a, {}^{\perp}b \rangle$, ${}^{\perp}\langle a, b \rangle \cong [{}^{\perp}a, {}^{\perp}b]$ для любых двух объектов a, b из E .

Ортокатегория E является ортомодулярной категорией, когда дополнительно выполняется следующее условие:

- б) если $a \rightarrow b$ есть стрелка в E , то $[a, \langle {}^{\perp}a, b \rangle] \cong b$ для любых двух объектов a, b из E .

Все пункты данного определения представляют собой теоретико-категорную запись алгебраических свойств ортомодулярной решётки. По сути дела, они не влекут за собой каких-либо категорных «осложнений», поэтому в дальнейшем будем понимать под ортомодулярной решёткой ортомодулярную категорию предпорядка, записывая функтор ${}^{\perp}$ как алгебраическую операцию (т.е. не слева, а справа от символа).

Рассмотрим наследственные множества в ортомодулярной решётке E . Для любого элемента p наследственное множество $[p]$ определяется равенством:

$$[p] = \{q: p \leq q\}.$$

Ортодополнение ${}^{\perp}$ в E представляет собой инволютивную перестановку, причем $b^{\perp} \leq a^{\perp}$ всякий раз, когда $a \leq b$ ($a, b \in E$). В ортомодулярной решётке каждый интервал $[a, b]$ является ортомодулярной решёткой, замкнутой относительно \wedge, \vee и операции взятия относительного дополнения $c' = (a \vee c^{\perp}) \wedge b = a \vee (c^{\perp} \wedge b)$ [1. С. 76]. В наследственных множествах верхняя граница интервала равна 1, поэтому $c' = (p \vee c^{\perp}) \wedge 1 = p \vee c^{\perp}$. Следовательно, множество E^+ наследственных множеств будет представлять собой множество ортомодулярных решёток.

Рассмотрим теперь решётку $E^+ = (E^+, \subseteq)$ наследственных множеств. Чтобы превратить её в ортомодулярную решётку, необходимо определить ортодополнение. В этом случае требуется, чтобы подобная процедура определяла инволютивную операцию на E^+ . Из определения ортодополнения следует, что если $c' = p \vee c^{\perp}$, то $c' \in [p]$. Естественно определять тогда $[p]'$ как множество таких c , что $c' \in [p]^{\perp}$. В этом случае $p \leq c^{\perp}$, а это не что иное, как определение отношения ортогональности, поскольку оно задаётся требованием $a \perp b \Rightarrow a \leq b^{\perp}$. Как известно, отношение ортогональности представляет собой симметричное и иррефлексивное отношение.

Определим теперь $x \perp Y$ тогда и только тогда, когда для любого $y \in Y$, $x \perp y$, и введем операцию $*$ с помощью определения:

$$[p]^* = \{x: x \perp [p]\}. \quad (1)$$

Множество X называется замкнутым относительно $*$, если $(X^*)^* = X$.

Однако из определения (1) следует, что $[p]^* = \emptyset$, поскольку $1 \in [p]$, а $x \perp 1$, если $x \leq 0$, т.е. $x = 0$. Чтобы избежать этого, модифицируем определение наследственного множества:

$$[p] = \{q: p \leq q \ \& \ q \neq 1\}.$$

Подобные множества называются обычно *квазинаследственными* множествами, однако чтобы не перегружать терминологию, сохраним за ними первоначальное имя наследственных множеств. Нетрудно переформулировать предыдущее определение с учётом принятого ограничения. Справедлива следующая лемма:

Лемма 1. *Решётка $E^+ = (E^+, \subseteq, *)$ замкнутых относительно операции $*$ наследственных множеств является ортомодулярной решёткой.*

Заметим, что полученная подобным образом орторешётка будет на самом деле представлять собой булеву алгебру относительно \cap, \cup и $*$ [1. С. 76]. Но можно определить E^+ и как недистрибутивную ортомодулярную решётку. Для этого воспользуемся следующим определением:

$$X \sqcup Y = (X^* \cap Y^*)^*.$$

Как известно, в общем случае $(X^* \cap Y^*)^* > X \cup Y$ [1. С. 167]. Нетрудно убедиться, что $(E^+, \subseteq, \sqcup, \cap, *)$ представляет собой орторешётку. Необходимое и достаточное условие для ортомодулярности E^+ имеет вид: если $[x] \subseteq [y]$ и $[x]^* \cap [y] = \emptyset$, то $[x] = [y]$ [1. С. 77]. Доказательство выполнимости дуального этому условия в E^+ можно найти в книге Л. Берана [4. Р. 171].

Заметим, что в случае леммы 1 фактически фигурируют две решётки E^+_1 и E^+_2 , первая из которых дистрибутивна, а вторая — недистрибутивна. В последующем изложении под E^+ подразумевается вторая из них. Нам потребуется ещё следующий результат:

Лемма 2. *Решётка $[p]^+$, образованная всеми наследственными в $[p]$ множествами, замкнутыми относительно $*$, является ортомодулярной решёткой.*

При построении категории Set^E функтор $\Omega: E \rightarrow Set$ определяет множество $\Omega(p) = \Omega_p$ как множество p -корешет, представляющих собой некоторое подмножество S множества $E_p = \{f: \text{для некоторого } q \text{ стрелка } f: p \rightarrow q \text{ принадлежит } E\}$, замкнутое относительно левого умножения, т.е. если $f \in S$, а $g: q \rightarrow r$ — произвольная E -стрелка, то $g \circ f \in S$. отождествляя $f: p \rightarrow q$ с её концом q , получаем E_p как множество $\{q: p \leq q\} = [p]$ и $\Omega_p = [p]^+$.

Пусть F_p обозначает значения $F(p)$ функтора $F: E \rightarrow Set$ на объекте p . Для любых p и q , таких, что $p \leq q$, функтор F определяет функцию из F_p в F_q , обозначаемую через F_{pq} . Тогда для p и q , таких, что $p \leq q$, функция $\Omega_p: \Omega_p \rightarrow \Omega_q$ сопоставляет каждому $S \in [p]^+$ множество $S_q = S \cap [q] \in [q]^+$, т.е. $\Omega_{pq}(S) = S_q$.

Конечным объектом категории Set^E служит постоянный функтор $\mathbf{1}: E \rightarrow Set$, определяемый условием $\mathbf{1}_p = \{0\}$ для $p \in E$ и $\mathbf{1}_{pq} = id_{\{0\}}$ при $p \leq q$. Классификатором подобъектов *true*: $\mathbf{1} \rightarrow \Omega$ является естественное преобразование, p -я компонента

которого $true_p: \{0\} \rightarrow \Omega_p$ определяется равенством $true_p(0) = [p]$, т.е. функция $true$ выбирает наибольший элемент из каждой ортомодулярной решётки вида $[p]^+$.

Если $\tau: F \rightarrow G$ — произвольный подобъект Set^E объекта G , тогда каждая компонента τ_p инъективна и можно считать её функцией включения $F_p \rightarrow G_p$. p -я компонента $(\chi_\tau)_p: G_p \rightarrow [p]^+$ характеристической стрелки $\chi_\tau: G \rightarrow \Omega$ определяется равенством

$$(\chi_\tau)_p(x) = \{q: p \leq q \ \& \ G_{pq}(x) \in F_q\}$$

для каждого $x \in G_p$. Выполнимость Ω -аксиомы получаем так же, как и в случае алгебры Гейтинга [3. С. 231—232], так как при этом используются лишь решёточные свойства наследственных множеств.

Начальный объект $\mathbf{0}: E \rightarrow Set$ в категории Set^E будет представлять собой функтор, такой, что $\mathbf{0}_p = \emptyset$ и $\mathbf{0}_{pq} = id_\emptyset$ для $p \leq q$. Компонентами естественного преобразования $\mathbf{0} \rightarrow \mathbf{1}$ являются включения $\emptyset \subset \rightarrow \{0\}$. Стрелка $false$ по определению является характеристической стрелкой подобъекта $!: \mathbf{0} \rightarrow \mathbf{1}$. Для её компоненты $false_p: \{0\} \rightarrow \Omega_p$ имеем

$$false_p(0) = \{q: p \leq q \ \& \ \mathbf{1}_{pq}(0) \in \mathbf{0}_q\} = \{q: p \leq q \ \& \ 0 \in \emptyset\} = \emptyset.$$

Следовательно, естественное преобразование $false$ выбирает нулевой элемент из каждой ортомодулярной решётки $[p]^+$. Стрелка $false$ мономорфна.

Отрицание можно определить теперь как стрелку $\neg: \Omega \rightarrow \Omega$, являющуюся характеристической стрелкой подобъекта $false$. Если отождествить $false_p$ с включением $\{0\} \subseteq \Omega_p$, то p -я компонента $\neg_p: \Omega_p \rightarrow \Omega_p$ отрицания удовлетворяет равенствам

$$\neg_p(S) = \{q: p \leq q \ \& \ \Omega_{pq}(S) \in \{\emptyset\}\} = \{q: p \leq q \ \& \ S \cap [q] = \emptyset\} = [p] \cap S^* = S_p^*.$$

Таким образом, ортодополнение в $[p]^+$ совпадает с p -й компонентой истинностной стрелки отрицания в Set^E .

Конъюнкция и дизъюнкция определяются как и в случае алгебры Гейтинга [3. С. 235]. Для p -й компоненты $\langle true, true \rangle_p: \{0\} \rightarrow \Omega_p \times \Omega_p$ Set^E -стрелки $\langle true, true \rangle: \mathbf{1} \rightarrow \Omega \times \Omega$ справедливо равенство $\langle true, true \rangle_p(0) = \langle [p], [p] \rangle$. Конъюнкция $\cap: \Omega \times \Omega \rightarrow \Omega$ является характеристической стрелкой для $\langle true, true \rangle$. Её p -я компонента $\cap_p: \Omega_p \times \Omega_p \rightarrow \Omega_p$ удовлетворяет равенству

$$\cap_p(\langle S, T \rangle) = \{q: p \leq q \ \& \ \langle \Omega_{pq}(S), \Omega_{pq}(T) \rangle\} = \langle [q], [q] \rangle = S \cap T.$$

В системах квантовой логики обычно дизъюнкция не относится к числу примитивных связей, поэтому её определение можно опустить.

ПРИМЕЧАНИЕ

- (1) Операция $*$ была рассмотрена в Приложении 2.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Биргкоф Г. Теория решёток. — М.: Наука, 1964.
 [2] Васюков В.Л. Интерпретация релевантной логики в топосах // Логика и В.Е.К. — М., 2003. — С. 112—121.

- [3] *Гольдблатт П.* Топосы. Категорный анализ логики. — М., 1983.
- [4] *Beran L.* Orthomodular Lattices: Algebraic Approach. — Prague: Academia, 1984.
- [5] *Bochenski I.M.* Logic and Ontology // *Philosophy East and West*. — 1974. — 24. — VII(3).
- [6] *Cochiarella N.B.* Predication *Versus* Membership in the Distinction between Logic as Language and Logic as Calculus // *Synthese*. — 1988. — 77. — P. 37—72.
- [7] *Devlin K.* The Joy of Sets. Fundamentals of Contemporary Set Theory. Second Edition. Springer-Verlag. — New York; Berlin, 1993. — P. 132—133.
- [8] *Goldblatt R.I.* Semantic analysis of orthologic // *J. Phil. Log.* — 1974. — 3. — No 1—2. — P. 19—35.
- [9] *Priest G.* Logic, Nonstandard // Donald M. Borchert (ed.). *The Encyclopedia of Philosophy*. — P. 307—310. Macmillan Reference, 1996. Supplement to a reprint of the volumes originally published in 1967.
- [10] *Riscos A., Laita L.M.* N-categories in logic // *Zeitschr. Math. Log. Grndl. Math.* — 1987. — Bd. 33. — S. 507—516.
- [11] *Takeuti G.* Quantum Set Theory // *Current Issues on quantum logic* / Beltrametti S., Fraassen B. Van (eds.). — New York; London: Plenum, 1981. — P. 303—322.
- [12] *Takeuti G., Titani S.* Fuzzy Logic and fuzzy set theory // *Arch. Math. Log.* — 1992. — P. 1—32.
- [13] *Vasyukov V.* Paraconsistency in Categories // *Frontiers of Paraconsistent Logic*. D. Batens, C. Mortensen, G. Priest and J.-P. van Bendegem (eds.). Research Studies Press Ltd., Baldock, Hertfordshire (England), 2000. — P. 263—278.

AN ONTOLOGY OF QUANTUM MATHEMATICS

V.L. Vasyukov

Chair of the History and Philosophy of Science
Institute of Philosophy
Russian Academy of Sciences
Volkhonka, 14, Moscow, Russia, 119991

A claim that mathematics would be formalized within the framework of a non-classical logic would be accepted in a twofold manner. It caused by the reason that non-classical mathematics ontology (universe) might be either global or local regarding not only classical but all other non-classical mathematics ontology. The construction of quantos (quantum topos) as categorical global universe allows to extend this claim for the case of quantum mathematics.

Key words: ontology, quantum mathematics, non-classical logic, set theory, quantos.

ПОЯВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ФОРМАЛИЗОВАННЫХ ИНТУИЦИОНИСТСКИХ ТЕОРИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В.Х. Хаханян

Кафедра прикладной математики-2
Институт экономики и финансов МГУПС (МИИТа)
ул. Образцова, 15, Москва, Россия, 127994

В работе даётся обзор исследований по интуиционистским формализованным теориям математического анализа. Приведены все основные результаты и модели, полученные в конце 60-х, в 70-е и в начале 80-х гг. XX века.

Ключевые слова: математический анализ, интуиционистская логика, бинарный поток, натуральные числа.

В 1930 г. А. Гейтинг предложил формализованные исчисления: интуиционистской логики высказываний Π , интуиционистской логики предикатов IPC и интуиционистской арифметики HA [1]. Такая формализация противоречила основному принципу интуиционизма, утверждающему интуитивную ясность математических доказательств. Но возник ряд вопросов метаматематического характера, решить которые без точного очерчивания границ соответствующих теорий не представлялось возможным. Формализованные теории решали эти задачи успешно. Получались эти теории из соответствующих классических исчислений в результате отказа от закона исключенного третьего.

В данной работе будут изложены результаты, связанные с формализованными теориями действительного числа (математический анализ). Изложение будет неформальным. Система FIM из [2] или [3] (*The Foundations of Intuitionistic Mathematics*) состоит из расширения языка арифметики HA (о результатах, связанных с HA , см. [4]) новым сортом переменных для функций (функции из натуральных чисел в натуральные числа). Аксиомы и схема аксиом индукции сохраняются (последняя — по всем формулам нового языка), добавляются аксиомы согласованности функций с равенством $x = y \rightarrow \alpha(x) = \alpha(y)$ (здесь греческие буквы обозначают переменные по функциям; как всегда, можно замкнуть последнее утверждение кванторами всеобщности по переменным двух видов) и схемой аксиом, выражающей примитивно рекурсивную замкнутость $\exists \alpha \forall x (\alpha(x) = t(x))$, где $t(x)$ — произвольный терм языка (термы и формулы нашего аналитического языка строятся стандартным образом), не содержащий переменную α . Схема утверждает, что всякая примитивно рекурсивная комбинация функций вновь есть функция. Сформулированная подсистема FIM называется PrAn (примитивно рекурсивный анализ).

Сформулируем дополнительные постулаты. Обозначим $\forall y (\alpha(y) = \beta(j(x, y)))$ как $(\alpha = (\beta))_x$, где j — функция пары и $(\beta)_x = \lambda y \beta(j(x, y))$. В FIM из данных выше

двух постулатов выводится $\exists! \alpha (\alpha = F)$, где F — произвольный функтор, не содержащий α (функторы и термы строятся в FIM стандартно [2]).

АС-NC (схема выбора): $\forall x \exists \beta \varphi(x, \beta) \rightarrow \exists \alpha \forall x \exists \gamma (\gamma = (\alpha)_x \wedge \varphi(x, \gamma))$. Последняя скобка есть сокращение для формулы $\exists \gamma (\gamma = (\alpha)_x \wedge \varphi(x, \gamma) = \varphi(x, (\alpha)_x)$. Отметим, что такая запись не точная, но мы будем ею пользоваться. Более слабые схемы АС-NN и АС-NN! являются выводимыми из АС-NC и имеют вид:

АС-NN: $\forall x \exists y \varphi(x, y) \rightarrow \exists \alpha \forall x \varphi(x, \alpha(x))$. Если по всякому числу x можно найти число y так, что выполняется свойство $\varphi(x, y)$, то найдется функция α , задающая данное соответствие и осуществляющая выбор одного из y -в.

АС-NN!: $\forall x \exists! y \varphi(x, y) \rightarrow \exists \alpha \forall x \varphi(x, \alpha(x))$ (тот же принцип АС-NN, но с единственностью в посылке). Теория PrAn + АС-NN! называется EL (элементарный анализ).

Следующим из рассматриваемых принципов является разрешимая бар-индукция ВI: $\forall x (\varphi(x) \vee \neg \varphi(x)) \wedge \forall \alpha \exists x \varphi(\alpha^-(x)) \wedge \forall x (\varphi(x) \rightarrow \eta(x)) \wedge \forall x (\forall y \eta(x*y^\wedge) \rightarrow \eta(x)) \rightarrow \eta(0)$. Здесь $\alpha^-(x) = \langle \alpha(0), \dots, \alpha(x-1) \rangle$ и есть x -членный кортеж и $x^\wedge = \langle x \rangle$ — номер одночленного кортежа, состоящего из x , а $x*y$ обозначает операцию конкатенации (приписывания) кортежа y к кортежу x . Пояснение: пусть φ — разрешимое свойство вершин бинарного потока (первый член посылки), которое «запирает» любую ветвь этого потока, исходящую из начальной вершины (второй член посылки), и пусть в любой вершине потока, где выполняется свойство φ , выполняется и свойство η (третий член посылки) и, наконец, пусть свойство η наследственно вниз (четвертый член посылки). Тогда η выполнено в начальной вершине (заключение).

Принцип разрешимой бар-индукции классически выводим (в EL + закон исключенного третьего). Его следствием в интуиционистском анализе является тот факт, что не все функции в нашей теории являются общерекурсивными.

Через GR(α) обозначим предложение $\exists y \forall x \exists z (T_1(y, x, z) \wedge Uz = \alpha(x))$ (GR(α) утверждает, что α — общерекурсивная функция). В PrAn + ВI выводится $\neg \forall \alpha \text{GR}(\alpha)$. Отметим, что утверждение в [2]: «В то же время теория FIM без принципа ВI_D совместна с утверждением $\forall \alpha \text{GR}(\alpha)$ » (ВI_D и есть ВI в наших обозначениях) является ошибочным по существу, т.к. теория FIM есть PrAn + АС-NC + ВI + ВС-С (ВС-С — принцип непрерывности для функций, мы его ещё рассмотрим). Так как ВС-С входит в FIM, то теория FIM без ВI не является совместной с принципом $\forall \alpha \text{GR}(\alpha)$. Вот точное доказательство. Рассмотрим теорию PrAn + АС-NC + ВС-С + $\forall \alpha \text{GR}(\alpha)$. Заменяем принцип непрерывности Брауэра для функций ВС-С на слабый принцип непрерывности WС-N. Вот комментарий к видам принципа Брауэра.

Предположим, что для всякой функции $\alpha: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ (из натуральных чисел в натуральные числа) можно указать число x такое, что выполняется отношение $\varphi(\alpha, x)$. Принцип непрерывности WС-N утверждает, что этот x можно найти по конечному начальному отрезку значений $\alpha(0), \dots, \alpha(n)$ функции α . Принцип ВС-С для функций утверждает, что если по всякой функции α можно указать функцию β

такую, что выполнено $\varphi(\alpha, \beta)$, то всякий конечный отрезок функции β определяется полностью конечным отрезком функции α , но эта зависимость не является постоянной.

Принцип WC-N выводим в EL из BC-C. Теперь отмеченный выше факт можно доказать так: если $\forall \alpha \text{ GR}(\alpha)$, то, в силу WC-N, $\forall \alpha \exists x \forall \beta ((\beta(y) = \alpha(y)) \supset \supset \forall z \exists e (T_1(x, z, e) \wedge U(e) = \beta(z)))$. В качестве α берём теперь функцию, всюду равную нулю, и пусть $\beta_n(x) = 0$, если $x < n$ и $\beta_n(x) = 1$, если $x \geq n$ ($\beta_n(x)$ — функции «ступеньки»). Для всякого y найдется n такой, что на отрезке натуральных чисел до n $\alpha = \beta_n$, но гёделевы номера α и β_n всегда различны. Приведем ещё факты из [2], доказательство которых связано с построением моделей, позволяющих улавливать тонкие различия в рассматриваемых принципах. В FIM имеем $\neg \forall \alpha \text{ GR}(\alpha)$, но в FIM нельзя вывести $\exists \alpha \neg \text{GR}(\alpha)$, т.к. Дж. Московакис в [5] показала, что утверждение $\forall \alpha \neg \text{GR}(\alpha)$ совместно с FIM. Отметим, что $\text{PrAn} + \text{WC-N}$ противоречит классическому анализу, т.к. в этой теории можно дать контрпримеры ко многим законам классической логики предикатов. Теория FIM, рассмотренная С. Клини в [3] в качестве основы, содержит «базисную систему Клини» $\text{BSK} = \text{PrAn} + \text{AC-NC} + \text{BI}$.

FIM, в которой выводимы все известные факты интуиционистского анализа Л.Я. Брауэра (теорема о веере, теорема о равномерной непрерывности всякой функции действительного переменного) есть $\text{BSK} + \text{BC-C}$. Основные результаты метаматематического характера из [3] состоят в том, что построена модель типа реализуемости для доказательства интерпретируемости (и, тем самым, относительной непротиворечивости) FIM в теории BSK (доказательство финитное). Ясно, что BSK допускает и классическую модель, в которой все функции интерпретируются как класс отображений из $\mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$, но главный вывод состоит в том, что специфически интуиционистская теория приемлема и с классической точки зрения. Клини доказал в [6], что FIM обладает свойствами дизъюнктивности и нумерической экзистенциальности. Ситуация соотношения BSK, FIM и классического анализа сходна с ситуацией соотношения базисной системы арифметики HA и её расширений. То, что не приведено какой-либо теории интуиционистского анализа, отличной от FIM и классического анализа, не означает, что такой теории нет.

Прежде чем привести такой пример, отметим главную особенность (та же особенность, но в менее сложном виде, наблюдается и в ситуации с HA) исследования: большое количество разных вариантов дополнительных принципов порождает большое количество вопросов взаимоотношения этих принципов. Для арифметики мы описали только часть взаимоотношений принципов Черча, Маркова, P и других [4], оставив в стороне некоторые очень интересные модели, которые появились уже после написания [2]. Даже в [2] описание является неполным. Отметим следующее.

А. Принципы с единственностью в посылке выводимы из соответствующих принципов без единственности в посылке, а обратный факт для интуиционистских теорий не имеет места.

Б. Как правило, схемы аксиом, в которых не допускаются свободные переменные по функциям, слабее тех же схем, в которых данное ограничение отсутствует; подобный подход при изучении неклассического анализа (или арифметики, как отмечалось выше) даёт возможность уловить тонкие различия в вопросах эффективного существования объектов в математике: для этого приходится строить специальные понятия неклассической истинности в виде отмеченного выше спектра интуиционистских моделей, в которых выполняются, по-видимому, многие законы интуиционистского анализа, за исключением какого-либо одного, не имеющего места или имеющего место, но в ослабленной форме. Вот два интересных примера результатов такого типа.

1. Если к теории BSK добавить BI, BC-N! и BC-N без параметров (любых!), то принцип BC-N с параметрами все же не выводится [7; 8].

2. Если к BSK добавить BI и BC-N, то все же принцип BC-C не выводится (здесь BC-N есть принцип Брауэра для чисел; в присутствии принципа бар-индукции, несколько более сильного, чем BI, эти принципы эквивалентны, однако принципа BI недостаточно, чтобы из WC-N вывести BC-N).

Пусть $\forall\alpha GR(\alpha)$ — рассмотренный ранее вариант тезиса Черча. Этот принцип опровергается в теории более слабой, чем FIM, но все же некоторая форма, достаточно сильная, тезиса Черча совместна с FIM (для описания модели см. [9]). Эта форма принципа Черча утверждает, что если существует функция α со свойством φ , то такая функция может быть найдена алгоритмически (относительно параметров формулы φ). Отсюда получаем, что схема $\exists\alpha \varphi(\alpha) \rightarrow \exists\alpha (GR(\alpha) \wedge \varphi(\alpha))$ совместна с FIM (здесь в $\varphi(\alpha)$ α — единственный параметр). Далее, в [6] Клини доказал независимость принципа Маркова от системы FIM, однако более точные взаимоотношения между M^- , M^+ и FIM не исследованы до сих пор. В работе Трулстры [10] доказана допустимость правила Маркова для арифметики второго и более высоких порядков.

Пусть KS — схема Крипке, которая имеет один из следующих видов: $KS^+ : \exists\alpha (\exists x \alpha(x) \neq 0 \equiv \varphi)$; $KS : \exists\alpha (\forall x \alpha(x) = 0 \equiv \neg\varphi) \wedge (\exists x \alpha(x) \neq 0 \rightarrow \varphi)$ (эта форма схемы Крипке и есть оригинальная, предложенная самим Крипке в качестве формализации теории Брауэра для последовательностей, зависящих от решения проблем или формализации «исторических аргументов Брауэра» (т.н. теория «творящего субъекта»)); $KS^- : \exists\alpha (\forall x \alpha(x) = 0 \equiv \neg\varphi)$. Схема Крипке KS была впервые опубликована Дж. Майхиллом в [11]. В PrAn имеем: $KS^+ \Rightarrow KS \Rightarrow KS^-$.

Комментарий в пользу схем Крипке таков. Пусть φ — некоторое предложение. Будем рассматривать последовательность моментов времени (дискретную) и вычислять при этом значения функции $\alpha(n)$ так: если к моменту времени с номером n доказано утверждение φ , то $\alpha(n) = 1$; иначе $\alpha(n) = 0$. Если же в некоторый момент времени n доказано утверждение $\neg\varphi$, то для всякого $m \geq n$ полагаем $\alpha(m) = 0$. Такая последовательность α будет обладать нужным свойством. Приведённая аргументация носит очень нетрадиционный характер (время, историческая ситуация решения какой-то проблемы и т.д.).

Схема Крипке (или «исторические аргументы Брауэра») имеет очень важные следствия для развития анализа, и была предпринята попытка формализации анализа схемами Крипке. Схема Крипке позволила получить все требуемые следствия, и для этого уже хватило самой слабой схемы KS^- . Схема Крипке очень близка оригинальным замыслам Брауэра (в понимании идеи свободно становящейся последовательности) и не требует никаких расширений языка и других дополнительных усилий.

В качестве следствия использования схемы Крипке отметим следующий результат: в теории $PrAn + BC-N! + KS^-$ выводится $\neg \forall \alpha (\neg \neg \exists x \alpha(x) \neq 0 \rightarrow \exists x \alpha(x) \neq 0)$. Это отрицание некоторого варианта принципа конструктивного подбора Маркова. Дадим неформальное обоснование. Предположим противное и пусть $\neg \neg \exists x \alpha(x) \neq 0 \neq 0 \rightarrow \exists x \alpha(x) \neq 0$. Используя схему KS^- , получим β такое, что $\forall x \beta(x) = 0 \leftrightarrow \neg \forall x \alpha(x) = 0$. Полагаем $\gamma(x) = \alpha(x) = \beta(x)$. Если $\forall x \gamma(x) = 0$, то $\forall x \alpha(x) = 0$ и $\forall x \beta(x) = 0$, но это невозможно. Итак, $\neg \forall x \gamma(x) = 0$, а тогда $\neg \neg \exists x \gamma(x) \neq 0$. Используя наш вариант принципа Маркова, получаем $\exists x \gamma(x) \neq 0$. Для этого самого x имеем, по определению, $\alpha(x) \neq 0$ или $\beta(x) \neq 0$. В первом случае $\exists x \alpha(x) \neq 0$, т.е. $\neg \forall x \alpha(x) = 0$. Во втором случае $\forall x \alpha(x) = 0$, и мы получаем $\forall \alpha (\forall x \alpha(x) = 0) \vee \neg \forall x \alpha(x) = 0$), но это утверждение опровергается в присутствии принципа Брауэра для чисел $BC-N!$ [3. С. 119]; интересно отметить, что, как и в арифметике HA , в FIM опровергается пример принципа существования наименьшего элемента [3. С. 122].

Также с помощью схемы Крипке KS^- можно доказать существование не рекурсивной функции [2. С. 166]. В теории $PrAn + AC-NC + KS^-$ можно интерпретировать классический анализ EL° [5; 6]. При этом используется негативная интерпретация Гёделя, но предварительно теорию EL° нужно переформулировать в терминах множеств натуральных чисел. Аксиома $AC-NN$ заменяется аксиомой свертывания (очень существенный момент, т.к. аксиомы вида свертки или свертки с ограничениями очень хорошо выдерживают негативную интерпретацию Гёделя). Теперь предикат $x \in X$ изображается отношением $\neg \neg \exists n (\alpha(j(x, n)) \neq 0)$, и для доказательства существования нужного α , которое изображает множество X , используется схема Крипке KS^- . Но сама схема Крипке KS^- несовместна с теорией FIM , а точнее: теория $EL + BC-C + KS^-$ — противоречивая теория [2. С. 167].

Таким образом, мы видим, что последовательности натуральных чисел, удовлетворяющие схеме Крипке KS^- (и её более сильным вариантам), образуют класс последовательностей, отличный от класса последовательностей, удовлетворяющих постулатам теории FIM . Схема KS^- даёт новый способ образования функций, и здесь наблюдается проявление тонких различий эффективности в анализе. В [12] Майхилл рассмотрел теорию $MM = PrAn + AC-NC + BI + BC-N + KS$ (в [12] эта теория обозначена через M), формализующую свойства класса функций, удовлетворяющих KS . Возникают теории MM^- и MM^+ (для KS^- и KS^+). Отметим, что принцип $BC-N$ отлично контактирует с любой из схем Крипке, чего нельзя сказать о принципе $BC-C$. Теория MM (и даже слабая MM^-) полностью отражает все особенности интуиционистского анализа Брауэра (все существенные

теоремы математического анализа доказуемы в ММ в стиле Брауэра и все оригинальные аргументы Брауэра отражены в ММ). Непротиворечивость теории ММ доказал Кроль в [13] (ранее Московакис в [7] предложила модель фрагмента теории MM^+ с $BC-N!$ вместо $BC-N$). Кроль построил очень изящную модель для ММ, и он же в [14] доказал, что MM^+ обладает свойствами дизъюнктивности и экзистенциальности.

Ещё одним из вариантов формализации теории математического анализа служит теория IDB (индуктивные определения Брауэра).

В языке IDB много сортов функциональных переменных, среди которых один сорт (функции, заданные законом, далее — ФЗЗ) выделен. Другие сорта переменных называются «собственные» [2. С. 170]. Все постулаты IDB относятся к определению свойств функций, которые есть ФЗЗ. Остальные сорта не определены, и поэтому IDB служит базисной теорией для расширения её с помощью новых аксиом.

В рамках IDB интуитивно говорят, что функция задана законом, если имеется конечное предписание для вычисления любого её значения. Такое предписание можно задать разными способами (например, ФЗЗ есть в точности все общерекурсивные функции или, например, ФЗЗ — это все теоретико-множественные функции), и роль ФЗЗ проявляется в их отношении к другим, собственным, сортам функций. Эта роль формализуется в виде точных законов в расширениях IDB. Т.к. ФЗЗ не могут удовлетворять схеме VI, то классу K непрерывных функционалов нельзя дать то же описание, что и в FIM. Опуская точное описание IDB(U) (U — расширение языка IDB собственными сортами переменных), отметим, что есть группа аксиом арифметических (вся теория НА), аксиомы равенства и индукции, аксиома рекурсивной замкнутости для ФЗЗ, аксиомы для класса непрерывных операторов и схема AC-NC.

Теперь кратко рассмотрим два совершенно различных по свойствам расширения IDB. Первое — это теория для функций, заданных законом, или теория CS (choice sequences). Эта теория была предложена Крайзелем и Трулстрой [15; 16]. В данном случае к IDB(CS) добавлены аксиома рекурсивной замкнутости по всем неконструктивным параметрам (без ФЗЗ), схема AC-NC (по всем сортам переменных) и принцип аналитического задания. Принцип утверждает, что закон образования собственной функции известен не полностью, а лишь с точностью до конструктивного непрерывного оператора, т.е. если для некоторой собственной неконструктивной функции установлено какое-либо свойство, то оно имеет место для всех тех функций, которые не различает некоторый неконструктивный оператор [2. С. 174]. Ещё к IDB(U) добавлен принцип BC-C (только по конструктивным параметрам!) и постулат BC-F: схема выбора для конструктивных функций с единственным неконструктивным параметром, отражающая специфику функций, заданных законом, т.е. закон образования неконструктивной функции может быть и совсем неизвестен исследователю, и указание нужной функции из класса ФЗЗ по собственной функции производится уже по конечному фрагменту этой неконструктивной функции. От BC-C эта схема, конечно, сильно отличается, т.к.

в первом случае значение отрезка сущей функции вычисляется по конечному отрезку исходной, но требуемый для этого отрезок исходной функции всякий раз зависит от аргумента сущей функции. В [16] показано, что все схемы аксиом FIM выводимы в CS. Обратное также верно: если φ не содержит переменных по функциям, заданным законом, и выводима в CS, то она выводима в FIM, т.е. CS в некотором отношении является консервативным расширением FIM (контрпример из [16] является ошибочным). Крайзель и Трулстра доказали непротиворечивость CS относительно IDB и, следовательно, относительно классического анализа.

Второе расширение IDB есть теория LS (lawless sequences) беззаконных последовательностей (БП). Приведем аксиомы LS, не давая формальной записи (для этого см. [2]). Первая группа аксиом включает: аксиому существования БП (для любого конечного кортежа натуральных чисел существует БП, начинающаяся с этого кортежа); принцип полной неопределённости с выделенными неконструктивными параметрами (если БП отлична от других БП, то известно только её начало (всякое свойство БП определяется её начальным отрезком)); принцип разрешимости (если БП α и β задаются одним «источником», порождающим числа (таких источников может быть много, это, собственно, и есть БП), то $\alpha = \beta$, а иначе мы принципиально не можем установить равенство $\alpha = \beta$, что с интуиционистской точки зрения означает $\alpha \neq \beta$); принцип непрерывности BC-N-LS с явно заданными БП-параметрами (этот принцип утверждает, что если по БП $\alpha_0, \dots, \alpha_n$ можно указать ФЗЗ x такую, что $\varphi(\alpha_0, \dots, \alpha_n, x)$, то найдётся конструктивный оператор, который по начальным отрезкам БП $\alpha_0, \dots, \alpha_n$ указывает данное x); аксиома выбора для функций, заданных законом (обсуждение этой аксиомы дано выше для CS, но теперь неконструктивных параметров много). Теория LS сформулирована.

LS была предложена Крайзелем в [17]. Термин «беззаконная последовательность» принадлежит Гёделю. Крайзель показал, что LS полна по отношению к логике высказываний (если формула φ невыводима в интуиционистском исчислении предикатов, то некоторый её пример опровергается в LS). Он дал доказательство непротиворечивости LS относительно IDB. Беззаконные последовательности обладают следующим свойством: две такие последовательности либо равны, либо совершенно не зависят друг от друга.

Завершая описание формализованных теорий интуиционистского анализа, отметим, что разнообразие оттенков толкования последовательностей натуральных чисел представляет из себя ещё более сложную, прямо-таки паутинообразную, картину по сравнению с аналогичной картиной, возникающей около базисной системы арифметики НА. С другой стороны, стратегическая схема исследования в области формализованного интуиционистского математического анализа та же, что и для формализованной интуиционистской арифметики: отыскивается базисное формализованное исчисление (для анализа таких базисных исчислений два: BSK и IDB) и около него строятся различные расширения (в том числе и классического характера!); исследуются соотношения разных принципов, относительная непротиворечивость, сопровождающаяся построением большого количества

моделей алгебраического и топологического характера (и не только таких), позволяющих достичь очень тонких различий в толковании свойств эффективности для исследуемых исчислений. При исследовании формализованных теорий множеств, т.е. теорий более высокого порядка, эта стратегическая схема исследования в полной степени сохраняется [4].

Мы описали исследования в формализованном интуиционистском анализе, ориентируясь на монографию А.Г. Драгалина [2] и ряд обзорных работ А. Трулстры, написанных для тома IV «Справочной книги по математической логике» (глава 5).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Heyting A.* Die formalen Regeln der intuitionistischen Mathematik. Sitzungsber preuss. Akad. Wiss. — Berlin, 1930. — S. 57—71, 158—169.
- [2] *Драгалин А.Г.* Математический интуиционизм. Введение в теорию доказательств. — М.: Наука, 1979.
- [3] *Клини С., Весли Р.* Основания интуиционистской математики. — М.: Наука, 1978.
- [4] *Хаханян В.Х.* Об онтологии математики: в каком смысле можно дать обоснование математике (заметки из доклада на Московском семинаре по философии математики 19 октября 2007 г.) // *Философия науки.* — Вып. № 14: Онтология науки. — М.: ИФРАН, 2009. — С. 64—76.
- [5] *Moschovakis J.R.* Can there be no nonrecursive functions? // *The Journal of Symbolic Logic.* — 1971. — V. 36. — N 2. — P. 309—315.
- [6] *Kleene S.C.* Constructive functions in FIM. — In: *Logic, Methodology and Philosophy of Sciences III.* — Amsterdam, 1968. — P. 137—144.
- [7] *Moschovakis J.R.* A topological interpretation of second order intuitionistic arithmetic. *math.* — 1973. — N 26. — P. 261—275.
- [8] *Кроль М.Д.* К топологическим моделям интуиционистского анализа. Один контрпример // *Математические заметки.* — 1976. — Т. 19. — № 6. — С. 859—862.
- [9] *Драгалин А.Г.* Конструктивные модели теорий интуиционистских последовательностей выбора // В кн.: *Исследования по формализованным языкам и неклассическим логикам.* — М.: Наука, 1974. — С. 214—252.
- [10] *Troelstra A.S.* Metamathematical investigations of intuitionistic arithmetic and analysis // *Lecture Notes in Math.* — 1973. — N 344.
- [11] *Myhill J.* Notes towards an axiomatization of intuitionistic analysis // *Logique et Analyse.* — 1967. — V. 35. — P. 280—297.
- [12] *Myhill J.* Formal systems of intuitionistic analysis I. *Logic, Methodology and Philosophy of Science III.* — North-Holland Public Co. — Amsterdam, 1988. — P. 161—178.
- [13] *Krol M.* A topological model for intuitionistic analysis with Kripke's scheme // *Z. math. Logik und Grundl. Math.* — 1978. — 24. — P. 427—436.
- [14] *Кроль М.Д.* Дизъюнктивное и экзистенциальное свойство интуиционистского анализа со схемой Крипке // *ДАН СССР.* — 1977. — Т. 234. — N 4. — С. 750—753.
- [15] *Troelstra A.S.* The theory of choice sequences. In: *Proceedings of Congress LMPS III.* — Amsterdam, 1968. — P. 201—233.
- [16] *Kreisel G., Troelstra A.S.* Formal systems for some branches of intuitionistic analysis // *Annals of Math. Logic.* — 1970. — V. 1. — P. 229—387.
- [17] *Kreisel G.* Lawless sequences of natural numbers // *Compositio math.* — 1968. — V. 20. — P. 222—248.

**APPEARANCE AND DEVELOPMENT
OF FORMAL INTUITIONISTIC THEORIES
OF MATHEMATICAL ANALYSIS**

V.Kh. Khakhanyan

Chair of applied mathematics-2
Institute of economy and finances MSURC (МИИТ)
Obraztsova Str., 15, Moscow, Russia, 127994

In the article there is a review of investigations on intuitionistic formal theories of mathematical analysis. All main results and models, obtained at the end of 60-s, 70-s and at the beginning of 80-s of XX c. are given.

Key words: mathematical analysis, intuitionistic logic, binary flow, natural number.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

КРЕАТИВНАЯ НЕДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ ВЫЧИСЛИМОСТЬ*

А.М. Анисов

Сектор логики

Институт философии РАН

ул. Волхонка, 14, Москва, Россия, 199991

Как показано в данной работе, любым реализуемым в стандартных теориях детерминированной вычислимости процессам присущ ряд принципиальных ограничений, существенно затрудняющих их применение в анализе философских проблем, связанных с протеканием явлений во времени. Предлагается метод, основанный на нестандартном обобщении идеи вычислимости, позволяющий осуществить адекватное исследование таких философских проблем. Эта цель достигается за счёт отказа от детерминизма в вычислительных процессах.

Ключевые слова: недетерминированная вычислимость, вычислительные концепции, математическая логика, языки программирования.

В последнее время предпринимаются усилия по созданию вычислительных концепций тех или иных сфер реальности или даже всего универсума в целом. Если при этом пользоваться только стандартной теорией детерминированной вычислимости, картина реальности также окажется полностью детерминированной, со всеми вытекающими отсюда неприятными философскими следствиями. В таких условиях задача построения и логико-философского исследования альтернативных теорий вычислимости, допускающих в той или иной форме элементы индетерминизма, становится особенно актуальной для науки и философии.

Следуя идеям Марио Бунге [1], определим **детерминизм** как принцип, согласно которому всё существующее, во-первых, чем-то *однозначно обусловлено*, и, во-вторых, во всём *полностью определён*. Отсюда **недетерминизм** означает либо неоднозначную обусловленность, либо неполную определённость, или и то и другое вместе. Крайней формой недетерминизма является **индетерминизм** — допущение существования чего-либо ничем не обусловленного или полностью неопределённого.

* Работа выполнена при поддержке РГНФ, проект № 07-03-00203а.

В основе предлагаемого подхода к проблеме недетерминированной вычислимости лежит осознание того факта, что исторически сложившиеся представления о вычислимости являются слишком узкими для успешного применения в философии и в науке. Например, во всех имеющихся теориях вычислимости (как детерминированной, так и недетерминированной) всякое конкретное вычисление непременно имеет первый шаг выполнения. Тем самым любой гипотетический не имеющий начала процесс автоматически оказывается за рамками возможности его моделирования средствами этих теорий.

Выделенные в литературе типы недетерминированной вычислимости также оказываются ограниченными и неполными. По сути, всё сводится к трём разновидностям выходов за пределы детерминизма: вычислимость на отношениях (вместо функций), вероятностные правила вычислений и вычислимость с использованием оракулов. При этом применяются стандартная математика и логика, а философские основания феномена недетерминированности вообще не обсуждаются [2].

Между тем в ходе философского осмысления человеческого опыта и результатов наук накапливается всё больше проблем, обсуждение которых требует привлечения альтернативных теорий вычислимости. Возьмём старую философскую проблему причинности. Победоносное шествие юмовского подхода к причинности как функции, при котором проблема производительной причинности (в смысле «причина *производит* следствие») объявляется псевдопроблемой, обусловлено, помимо прочих обстоятельств, отсутствием надлежащего концептуального аппарата. В подходящей альтернативной теории вычислимости понятию «производительной причинности» можно придать точный смысл. Редуцирование проблемы времени к геометрическим вопросам, как это делается в современной физике, не позволяет даже поставить проблему течения времени. Это можно сделать, понимая течение времени как осуществление особого вычислительного процесса, однако средств традиционной теории вычислимости здесь недостаточно хотя бы в силу того, что их применение предрешает ответ на вопрос о начале времени.

Ещё одна важная проблема связана с моделированием интеллекта. Естественная идея трактовать интеллектуальные операции как вычисления наталкивается на обоснованные контраргументы именно в связи с тем, что исходная теория вычислимости оказывается слишком бедной для построения таких моделей. Наконец, множатся попытки весь мир представить в виде совокупности вычислительных процессов. Если при этом базироваться на имеющихся теориях вычислимости, полученные результаты останутся на уровне метафор или игровых моделей (типа игры Конвея «Жизнь»).

Таким образом, исходным пунктом нашего подхода является следующий тезис: ряд важных старых и новых философских проблем требует для точной постановки и обсуждения применения вычислительных методов, однако имеющихся в нашем распоряжении теорий вычислимости для этого совершенно недостаточно. Отсюда возникает задача построения и изучения альтернативных теорий вычислимости, более адекватных соответствующей философской проблематике. Как планируется показать, важнейшей характеристикой полученных в результате моделей вычислимости будет недетерминизм.

Поставленная задача требует, в первую очередь, применения методов и понятийного аппарата современной математической логики. Но главное внимание будет обращено не на математические подробности, а на концептуальную сторону дела. Проблемы недетерминированной вычислимости в их логической постановке должны рассматриваться в тесной связи с философскими концепциями. Сама исходная постановка этих проблем мотивирована философскими соображениями, а не нуждами математических теорий вычислимости. Из этого вытекает, что в центре исследования будут находиться вопросы логико-философского обоснования концепции недетерминированной вычислимости.

Более конкретно исследование недетерминированной вычислимости предполагается вести на базе абстрактных вычислительных устройств (машин или компьютеров). Теорию таких устройств крайне затруднительно представить в аксиоматической форме. Остаётся применить метод генетического построения теории. Вычислительные устройства, допустимые для них предписания (программы) и типы данных, которые они используют, будут точным образом описываться. Затем путём проведения строгих мысленных экспериментов с работающими под управлением программ устройствами будет осуществляться развёртывание теории и постижение свойств получаемых в результате абстрактных вычислительных процессов. Кстати говоря, классическая теория машинной вычислимости (в виде машины Тьюринга, машины с неограниченными регистрами и т.д.) задаётся именно генетическим способом (хотя попытки её аксиоматизации имеются).

Наиболее удобной для изложения и изучения формой вычислительного устройства является обобщенно понимаемый компьютер, обладающий двумя главными компонентами — процессором (осуществляющим очередной шаг вычисления в соответствии с программой) и памятью (хранилищем промежуточных или итоговых данных). Будут рассмотрены различные типы недетерминированных компьютеров. Тип компьютера будет определяться разновидностями абстрактных программных команд, которые он способен выполнять. Для этого потребуется формально строго задать синтаксис и семантику соответствующих абстрактных языков программирования. Семантику предполагается формулировать в терминах пред- и постусловий.

Абстрактные компьютеры, языки программирования и недетерминированные вычисления интересны не сами по себе, а в связи с возможностью точной постановки и обсуждения (в идеале — и решения, пусть не окончательного) допускающих вычислительный подход аспектов следующих философских проблем: детерминизма, причинности, движения, течения времени, креативности (проблемы появления нового и его «стыковки» со старым), искусственного интеллекта (ИИ), изменяющегося знания. Эти проблемы, повторим, должны браться не во всей сложности и глобальности, а лишь в аспекте их вычислительной трактовки в рамках дихотомии детерминизм — недетерминизм.

Однако в философских исследованиях в нашей стране и за рубежом идея недетерминированной вычислимости не находит заметного применения. Причина, по-видимому, заключается в том, что философы либо довольствуются традицион-

ной теорией детерминированной вычислимости, либо объявляют решаемые ими задачи принципиально невычислимыми. Так, в философии ИИ уже долгое время идёт дискуссия между сторонниками и противниками вычислительного подхода. Первые возлагают надежды на компьютеры нетрадиционной архитектуры (параллельные машины, клеточные автоматы, квантовые компьютеры и др.), вторые не без оснований указывают, что подобные компьютеры не выводят нас за границы классической вычислимости. Например, хотя квантовые вычисления в ряде случаев оказываются эффективнее вычислений по Тьюрингу, они не выходят за границы класса стандартных вычислимых функций.

Введем в рассмотрение идеальные (в противоположность реальным) вычислительные устройства — абстрактные компьютеры. Каждый абстрактный компьютер @ представляет из себя упорядоченную пару вида $\langle Mm, Pr \rangle$, где Mm — память компьютера @, в которой размещаются результаты вычислений, и Pr — процессор, осуществляющий необходимые вычисления. Поскольку термин «вычисление» нами трактуется предельно широко, на размеры памяти Mm и возможности процессора Pr не накладывается никаких ограничений, связанных с требованиями финитности, конструктивности, алгоритмичности и т.п. Вместо этого будем считать, что абстрактные компьютеры способны совершать любые преобразования, допустимые в рамках теории множеств и теории моделей, и именно в этом смысле понимать термин «вычисление» применительно к абстрактным компьютерам. Важно, однако, чтобы последовательность таких преобразований была *линейной дискретной последовательностью шагов*.

В качестве памяти абстрактных компьютеров разрешается использовать любые непустые множества произвольной мощности. В частности, память Mm компьютера @ = $\langle Mm, Pr \rangle$ может иметь несчётную мощность.

По определению, $Mm(S)$ — подмножество множества Mm , указывающее, как много регистров или ячеек памяти (элементов Mm) ушло на размещение объекта (множества) S :

$$Mm(S) \subset Mm.$$

А если в действительности объект S не был размещён в памяти Mm ? Тогда естественно считать, что для размещения S не была использована ни одна из ячеек памяти, т.е. что $Mm(S) = \emptyset$. Короче говоря, объект S размещён в памяти Mm , если и только если $Mm(S) \neq \emptyset$.

Последнее условие, налагаемое на множества вида $Mm(S)$, касается проблемы размещения в памяти двух и более объектов. Если необходимо поместить в память Mm множества S и S' (за один шаг или последовательно, множество за множеством), будем считать, что они займут непересекающиеся области памяти Mm , если только эти множества различны:

$$S \neq S' \rightarrow Mm(S) \cap Mm(S') = \emptyset.$$

Если же $S = S'$, то, само собой разумеется, $Mm(S) = Mm(S')$.

Размещением теоретико-множественных объектов в памяти, равно как и их удалением, управляет выполняемая процессором Pr программа, написанная на спе-

циальном языке АВТ — абстрактном языке программирования. Компьютеры, способные выполнять АВТ-программы, будем называть АВТ-компьютерами. Сформулируем постулат, касающийся АВТ-программ и АВТ-компьютеров, который ввиду его принципиальной важности выделим особо.

Постулат существования: *любой объект может появиться в памяти Мм или исчезнуть из нее только в результате выполнения процессором Pг соответствующего оператора языка программирования АВТ.*

Программы на языке АВТ являются, по определению, конечной последовательностью инструкций

$$\begin{array}{c} I_{i_0} \\ I_{i_1} \\ \vdots \\ I_{i_n} \end{array}$$

(где i_0, i_1, \dots, i_n — натуральные числа и $i_j < i_k$, если $j < k$), которые выполняются одна за другой сверху вниз, если только нет команды изменить порядок их выполнения.

Каждая инструкция порождает элементарный процесс и содержит либо единственный оператор языка АВТ, либо представлена в виде составного оператора

IF *условие* THEN *оператор*,

где IF ... THEN имеет обычный смысл (как, например, в языке BASIC).

Подчеркнём, что и этот составной оператор выполняется за один шаг и, таким образом, порождает элементарный процесс. В качестве *условий* можно брать любые теоретико-множественные и теоретико-модельные формулы.

Оператор GOTO. Хорошо известный оператор безусловного перехода. Используется в АВТ-программах в виде конструкции

GOTO I_j ,

где I_j — одна из инструкций соответствующей АВТ-программы. Его действие ничем не отличается от поведения аналогичных операторов в обычных языках программирования.

Оператор завершения АВТ-программ END. Если выполнен оператор END, процесс выполнения соответствующей АВТ-программы заканчивается. При этом в памяти АВТ-компьютера сохраняются все объекты, размещённые там в ходе выполнения программы.

Следующие два оператора специфичны, поэтому их характеристика будет более подробной.

Оператор выбора CHOOSE. Применяется в АВТ-программах в следующей форме.

CHOOSE *список переменных* | *условие*

В этой записи *условие* означает то же самое, что и в случае оператора IF ... THEN, за исключением того, что *условие* должно содержать **все** переменные из *списка переменных*, причем переменные не должны быть **связанными** (т.е. в условии не должно быть кванторов по этим переменным). На *список переменных* также накладываются ограничения: он не должен содержать **повторных** вхождений одной и той же переменной, и в него не могут входить переменные, значения которых **уже** размещены в памяти Мм. Поскольку вопрос о том, значения каких переменных размещены в памяти Мм, требует анализа хода выполнения соответствующей АВТ-программы, последнее ограничение имеет не синтаксический, а семантический характер.

Более формально синтаксическую форму оператора CHOOSE можно представить в виде записи

$$\text{CHOOSE } X_0, X_1, X_2, \dots, X_n \mid \text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n),$$

где X_i — некоторая переменная, причем переменные X_i и X_j различны, если $i \neq j$. Все выражение может быть прочитано как «Выбрать объекты (множества) $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ такие, что выполняется предикат *условие* ($X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$)».

Сформулируем условия выполнимости оператора CHOOSE в общем виде. Если процессор Pr АВТ-компьютера @ = <Мм, Pr> выполняет синтаксически правильную инструкцию I вида

$$\text{CHOOSE } X_0, X_1, X_2, \dots, X_n \mid \text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n)$$

и *предусловие* P

$$\text{Mm}(X_0) = \emptyset \ \& \ \text{Mm}(X_1) = \emptyset \ \& \ \text{Mm}(X_2) = \emptyset \ \& \ \dots \ \& \ \text{Mm}(X_n) = \emptyset$$

ложно, выполнение завершается аварийно: произойдет **авост**.

Если P **истинно**, процессор Pr пытается найти (выбрать) такие объекты (множества) $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$, которые, будучи присвоены в качестве значений переменным $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ соответственно, обеспечивают *истинность условия* инструкции I. Затем процессор Pr пытается *разместить в памяти Мм* объекты $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$.

Если объектов (множеств) $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$, удовлетворяющих *условию* инструкции I и способных поместиться в свободной области памяти Мм, **не существует**, выполнение I завершается **авостом**. В противном случае (т.е. если требуемые объекты **существуют** и памяти для их размещения **достаточно**) выполнение I завершается успешно в состоянии, в котором **истинны** следующие *постусловия*:

$$\begin{aligned} \text{Mm}(S_i) \neq \emptyset \text{ для всех } i, 0 \leq i \leq n; \\ \text{условие}(S_0, S_1, S_2, \dots, S_n). \end{aligned}$$

Приведём пример конкретной АВТ-программы. Пусть T — какая-либо теория в не более чем счётном языке первопорядкового исчисления предикатов. Рассмотрим синтаксически правильную программу

$$\begin{aligned} I_1 \text{ CHOOSE } X \mid (X \models T) \\ I_2 \text{ GOTO } I_1 \end{aligned}$$

Выполнение первой инструкции состоит в нахождении модели теории T . Но если теория T противоречива, она не имеет модели и выполнение I_1 в соответствии с семантикой оператора CHOOSE завершится аварийно. Однако и в том случае, если теория T имеет модель, это не гарантирует успешности выполнения инструкции I_1 . Например, если память АВТ-компьютера, на котором выполняется данная программа, конечна и теория T не имеет конечных моделей, попытка выполнить I_1 приведет к авосту.

Пусть теперь память Mm счётна (т.е. $|Mm| = \omega$). Если теория T непротиворечива, то в соответствии с теоремами логики существуют счётные модели теории T . Одна из таких моделей будет найдена процессором Pt и размещена в памяти Mm . А если память Mm несчётна и T имеет бесконечную модель, то процессор Pt мог бы выбирать между неизоморфными моделями теории T , так как наряду со счётными моделями теория T имела бы и несчётные модели. Но сказать, какой из возможных исходов будет иметь место до выполнения инструкции I_1 , невозможно в принципе, так что в общем случае при использовании оператора CHOOSE мы имеем дело с ситуацией *недетерминированного выбора*. В некотором роде оператор выбора CHOOSE близок к аксиоме выбора: их объединяет неконструктивный (в смысле математического конструктивизма) характер получения результатов.

При условии успешного выполнения инструкции I_1 рассматриваемой АВТ-программы процессор Pt приступит к выполнению инструкции I_2 , в соответствии с которой произойдет возврат к инструкции I_1 . Как только осуществится этот переход по GOTO, возникнет авост. Почему? В силу того обстоятельства, что $Mm(X) \neq \emptyset$ после первого выполнения инструкции I_1 . Но оператор выбора CHOOSE в соответствии с определением не может применяться к переменной, в отношении значения которой выбор был уже сделан, а само это значение было размещено в памяти Mm . Таким образом, независимо от того, противоречива теория T или нет, все равно выполнение данной АВТ-программы завершится аварийно.

Очевидно, наряду с оператором, выбирающим объекты и размещающим их в памяти АВТ-компьютера, необходим также оператор, аннулирующий результаты предшествующих актов выбора и освобождающий память для размещения новых объектов.

Оператор уничтожения DELETE. Его синтаксис предельно прост:

DELETE *список переменных*,

где *список переменных* не должен содержать **повторных** вхождений одной и той же переменной (ограничение не очень принципиальное, но упрощающее синтаксис и сохраняющее преимущество с аналогичным ограничением оператора CHOOSE). То же самое можно представить в другой форме.

DELETE $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$.

Теперь определим семантику рассматриваемого оператора.

Если процессор Pr АВТ-компьютера @ = <Mm, Pr> выполняет синтаксически правильную инструкцию I вида

$$\text{DELETE } X_0, X_1, X_2, \dots, X_n,$$

и предусловие P

$$\text{Mm}(X_0) \neq \emptyset \ \& \ \text{Mm}(X_1) \neq \emptyset \ \& \ \text{Mm}(X_2) \neq \emptyset \ \& \ \dots \ \& \ \text{Mm}(X_n) \neq \emptyset$$

ложно, выполнение завершается аварийно: произойдет **авост**.

Если P **истинно**, процессор Pr завершит выполнение инструкции I в состоянии, в котором будет **истинным** следующее постусловие:

$$\text{Mm}(X_i) = \emptyset \text{ для всех } i, 0 \leq i \leq n.$$

Воспользуемся оператором DELETE для модификации рассматриваемого примера АВТ-программы в предположении, что теория T имеет модель и память Mm бесконечна.

Расположить инструкцию с оператором DELETE в данной программе, содержащей всего две инструкции, можно тремя следующими способами:

(π1)	(π2)	(π3)
I ₁ CHOOSE X X = T	I ₁ CHOOSE X X = T	I ₁ DELETE X
I ₂ GOTO I ₁	I ₂ DELETE X	I ₂ CHOOSE X X = T
I ₃ DELETE X	I ₃ GOTO I ₁	I ₃ GOTO I ₁

Очевидно, АВТ-программа π1 успешно работать не будет по той же самой причине, что и исходная программа. Зато с АВТ-программой π2 все в порядке: осуществив выбор модели теории T в соответствии с инструкцией I₁, процессор Pr перейдет к выполнению инструкции I₂. Так как на этот момент предусловие $\text{Mm}(X) \neq \emptyset$ истинно, процессор Pr завершит выполнение I₂ в состоянии $\text{Mm}(X) = \emptyset$ и, выполняя инструкцию I₃, перейдет по GOTO к I₁. Поскольку предусловие $\text{Mm}(X) = \emptyset$ истинно, инструкция I₁ будет вновь выполнена и т.д. — процесс выполнения программы π2 никогда не завершится.

Осталось проанализировать третью альтернативу. Для того чтобы выполнить АВТ-программу π3, процессор Pr должен *вначале* выполнить инструкцию I₁, что возможно лишь в том случае, если $\text{Mm}(X) \neq \emptyset$. Но в соответствии с постулатом существования объект X может появиться в памяти АВТ-компьютера только в результате действия оператора CHOOSE, который должен выполняться *после* команды DELETE, так как выполнение инструкции I₁ с оператором DELETE *предшествует* выполнению инструкции I₂ с оператором CHOOSE в программе π3.

Казалось бы, из сказанного следует однозначный вывод: попытка выполнить АВТ-программу π3 тут же завершится авостом. Однако это так только при условии принятия допущения о том, что процесс выполнения АВТ-программ *обязательно* должен иметь начало. Применительно к обычным компьютерам и языкам программирования правомерность и даже неизбежность принятия данного допу-

щения не вызывает сомнений. Но в случае АВТ-компьютеров и АВТ-программ оно не выглядит столь необходимым.

Действительно, предположим, что процесс выполнения АВТ-программы π_3 не имел начала, т.е. всякому очередному выполнению любой инструкции программы π_3 предшествовало бесконечное число реализаций этой инструкции. Такое предположение непротиворечиво и потому вполне допустимо. В самом деле, перед тем как в очередной раз выполнить инструкцию I_1 , процессор P_1 выполнил инструкцию I_3 , а перед этим — инструкцию I_2 , после чего АВТ-компьютер перешёл в состояние с $Mm(X) \neq \emptyset$. Переход по GOTO к I_1 сохранил это состояние, так что истинность предусловия оператора DELETE была обеспечена. После успешного выполнения I_1 стало истинным утверждение $Mm(X) = \emptyset$, необходимое для выполнения I_2 и т.д.

Наглядно описанный процесс можно изобразить следующей схемой:

$$\dots, I_1, I_2, I_3, I_1, I_2, I_3, I_1, \dots$$

Таким образом понятый процесс выполнения программы π_3 не имеет ни начала, ни конца, в отличие от традиционных вычислительных процессов, которые непременно когда-либо начинаются. Тем не менее, будет ли выполняться программа π_3 ? Утвердительный ответ вытекает из принятия следующего постулата.

Постулат реализуемости: *если предположение о том, что АВТ-программа π выполнима, непротиворечиво, то программа π выполняется.*

Интересное, на наш взгляд, различие между АВТ-программами π_2 и π_3 заключается в том, что π_3 можно выполнить только при условии отсутствия начала процесса выполнения, тогда как π_2 выполнима независимо от того, имел процесс её выполнения начало или нет. Гипотетический процесс выполнения π_2 , имеющий первый шаг, был описан выше. Что касается описания воображаемого выполнения π_2 в ходе не имеющего начала процесса, то оно практически полностью повторяет соответствующее описание выполнения π_3 . Мы говорим о гипотетических или воображаемых процессах выполнения π_2 потому, что если допустить наличие не имеющих начала процессов наряду с «нормальными», то на вопрос о том, процесс какого типа осуществляется при выполнении π_2 на данном АВТ-компьютере, нельзя ответить однозначно. С равным успехом это может быть как первая, так и вторая разновидность процессов.

Обсуждаемое различие важно для приложений в философии. Так, проблема начала времени не имеет устраивающего всех исследователей единственного решения. Если принимается тезис о том, что эта проблема неразрешима, то для моделирования течения времени больше подходит конструкция, аналогичная программе π_2 ; принятие тезиса об отсутствии начала течения времени заставит прибегнуть к программам типа π_3 . Наконец, на языке АВТ-программ нетрудно выразить и идею начала времени. Для этого достаточно перед выполнением бесконечного цикла выполнить инструкцию, которая больше уже выполняется

не будет. Например, применительно к программе π_2 достаточно добавить к списку её инструкций команду GOTO I_1 .

$$\begin{aligned}
 & (\pi_4) \\
 & I_0 \text{ GOTO } I_1 \\
 & I_1 \text{ CHOOSE } X \mid X \mid = T \\
 & I_2 \text{ DELETE } X \\
 & I_3 \text{ GOTO } I_1
 \end{aligned}$$

Полученная АВТ-программа π_4 может быть выполнена только в ходе процесса, имеющего начало. Действительно, первой будет выполнена инструкция I_0 , а дальше возникнет бесконечный цикл. Схематически

$$I_0, I_1, I_2, I_3, I_1, I_2, I_3, I_1, \dots$$

В заключительной части кратко опишем более общую, чем АВТ, теорию абстрактной недетерминированной АВТС-вычислимости, которая позволяет в прямом смысле *творить новое*. Несколько лет назад тема креативности уже обсуждалась нами [3], но это были интуитивно-содержательные рассуждения, которым теперь мы можем придать формально точный смысл.

Прежде всего, отметим, что оператор недетерминированного выбора CHOOSE в определенном смысле уже является формальным средством моделирования новизны. Что же это за смысл? Поясним, обратившись к великолепной идее Творения по Г. Лейбницу. Лейбниц считал, выражаясь нашим языком, что акт Творения Мира состоял в *выборе* Богом одного из возможных (существующих в его уме) миров в качестве действительного. Правда, этот выбор нельзя назвать недетерминированным, поскольку Бог выбрал *наилучший* из всех возможных миров, т.е. *выбора как такового у него не было*: коль скоро наилучший мир единственный, всеблагий Создатель был *вынужден* взять именно этот мир. Но это издержки концепции Лейбница. Вполне можно допустить, что «хороших» миров много, и среди них нет выделенного, наилучшего. Так что действительно было из чего выбирать, причём недетерминированным образом.

Другой, более радикальный смысл понятия новизны, связан с отказом от самой идеи выбора, пусть и недетерминированного, в акте творения нового. В самом деле, раз есть выбор, то, стало быть, есть и те возможности, из которых выбирают. Они *уже существуют до акта выбора*, вот в чём суть. В этом смысле они никакие не новые. *Подлинная новизна появляется ниоткуда, из ничего*. А из ничего и выбрать ничего нельзя.

Идеи Лейбница нашли формальное выражение в модальной логике, в семантике возможных миров. В этой семантике в каждой модели модального исчисления имеется определённое множество возможных миров, в котором один мир выделен в качестве действительного (правда, уже без атрибута «наилучший»). Что касается идеи радикальной новизны, то никаких формальных аналогов для неё не существует. Более того, согласно распространённому мнению, идея о творении

из ничего носит мистический характер и рационально непостижима, не говоря уже о том, чтобы её формализовать.

С нашей позиции, проблема тут есть, и она не столь проста. Суть её в следующем. С точки зрения математики желательно, чтобы любые формальные структуры возникали закономерным образом. В идеале построение теории множеств, которую можно рассматривать как источник практически всех математических объектов, начинается с постулирования существования пустого и бесконечного множеств, из которых с помощью разрешенных операций получаются все другие множества. Правда, в жизни идеал оказался неосуществимым по причине отсутствия единого универсума множеств. Даже натуральный ряд оказался не единственным в силу наличия нестандартных моделей арифметики. Но это не отменяет главного: любой альтернативный универсум, коль скоро он считается заданным, устроен регулярным и предсказуемым образом. Так что никакие самые экзотические объекты из альтернативных универсумов не могут выступать в качестве примеров творения нового из ничего. Все их свойства предопределены, никакой их атрибут не может вдруг появиться или, напротив, быть утрачен.

Но в реальности свойства появляются и исчезают! Например, когда-то не существовало свойства *Разумное животное*, но ныне это свойство существует. Мы можем быть также уверены, что существует соответствующее этому свойству конечное множество разумных животных. Однако это вовсе не означает, что мы должны быть готовы моделировать такое множество посредством некоторого построения, начинающегося с пустой совокупности. Натуральные числа, допустим, мы так и строим: объявляем, что $0 =_{\text{Df}} \emptyset$, $1 =_{\text{Df}} \{\emptyset\}$, $2 =_{\text{Df}} \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$ и т.д. Поведение получаемых объектов регулярно, закономерно и предсказуемо. Но не будет ли бессмысленным предположение, что подобным путем можно получить множество разумных животных? Нам представляется, что будет. Абсурдно полагать, что множество разумных животных возникнет по правилам теории множеств на каком-то этапе порождения множеств из пустой совокупности.

Не означает ли сказанное выше, что похоронена надежда на использование логики и математики в построении структур, которые можно было бы обоснованно считать способными выступать в роли появляющихся из ничего? Ведь логика и математика действительно имеет дело с регулярными, закономерными и предсказуемыми структурами. Или это не всегда так?

И всё же имеется исключение из общего правила. На роль иррегулярных объектов теории множеств мы предлагаем *праэлементы* или *атомы*. Атомы являются праэлементами потому, что они исходные объекты в том смысле, что не получены из каких-то ранее построенных множеств. Праэлементы являются атомами (неделимыми) потому, что им, как и пустому множеству \emptyset , ничего не принадлежит в качестве элемента. Тем не менее, они не равны пустому множеству. Атом привлекателен тем, что с чисто математической точки зрения он почти ничего из себя не представляет. Атомы настолько свободны от математических свойств, насколько это вообще представляется возможным. Тем не менее, они — чисто формальные объекты, которые могут быть введены в теорию множеств посред-

вом соответствующих аксиом [4]. Именно это обстоятельство даёт нам шанс для построения формальной модели творения нового из ничего.

Язык абстрактного программирования АВТС получается из языка АВТ добавлением оператора CREATE. Формально синтаксическую форму оператора CREATE можно представить в виде записи

$$\text{CREATE } X_0, X_1, X_2, \dots, X_n \mid \text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n),$$

где X_i — некоторая переменная, причем переменные X_i и X_j различны, если $i \neq j$.

Все выражение может быть прочитано как «Создать атомы или множества атомов $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ такие, что выполняется предикат *условие* ($X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$)».

Сформулируем условия выполнимости оператора CREATE в общем виде. Если процессор Pr АВТ-компьютера @ = <Mm, Pr> выполняет синтаксически правильную инструкцию I вида

$$\text{CREATE } X_0, X_1, X_2, \dots, X_n \mid \text{условие}(X_0, X_1, X_2, \dots, X_n)$$

и *предусловие* P

$$\text{Mm}(X_0) = \emptyset \ \& \ \text{Mm}(X_1) = \emptyset \ \& \ \text{Mm}(X_2) = \emptyset \ \& \ \dots \ \& \ \text{Mm}(X_n) = \emptyset$$

ложно, выполнение завершается аварийно: произойдет **авост**.

Если P **истинно**, процессор Pr пытается создать (сотворить из ничего) такие атомы или множества атомов $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$, которые, будучи присвоены в качестве значений переменным $X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$ соответственно, обеспечивают *истинность условия* инструкции I. Затем процессор Pr пытается *разместить в памяти* Mm объекты $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$.

Если атомов или множеств атомов $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$, удовлетворяющих *условию* инструкции I и способных поместиться в свободной области памяти Mm, **логически не может существовать**, выполнение I завершается **авостом**. В противном случае (т.е. если *условие* ($X_0, X_1, X_2, \dots, X_n$) **непротиворечиво** и памяти для размещения новых объектов $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$ **достаточно**) выполнение I завершается успешно в состоянии, в котором **истинны** следующие *постусловия*:

$$\begin{aligned} &\text{Mm}(S_i) \neq \emptyset \text{ для всех } i, 0 \leq i \leq n; \\ &\text{условие}(S_0, S_1, S_2, \dots, S_n). \end{aligned}$$

Завершим наши усилия сотворением нового атома из ничего в предположении, что памяти достаточно для размещения одного атома. Рассмотрим следующую элементарную АВТС-программу.

$$I_1 \text{ CREATE } X \mid (X \neq \emptyset) \ \& \ \forall Z (Z \notin X)$$

В соответствии с постулатом существования, до выполнения этой программы $\text{Mm}(X) = \emptyset$. Условие $(X \neq \emptyset) \ \& \ \forall Z (Z \notin X)$ указывает, что создаваемый X будет *атомом* (а не множеством атомов). В ходе выполнения (согласно постулату реализуемости) оператора CREATE атом S, присваиваемый переменной X, *появ-*

ляется ниоткуда, возникает в истинном смысле из ничего. Но до выполнения оператора CREATE атом S нигде не существовал ни в каком качестве, т.е. S будет совершенно новым. После выполнения программы имеем $Mm(S) \neq \emptyset$ и $(S \neq \emptyset) \& \forall Z (Z \notin S)$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бунге М. Причинность. Место принципа причинности в современной науке. — М., 1962.
- [2] Анисов А.М. Недетерминированная вычислимость: Философские основания // Логические исследования. — Вып. 15. — М., 2008. — С. 5—30.
- [3] Анисов А.М. Креативность // Credo new. — 2002. — № 1. — С. 103—116.
- [4] Йех Т. Теория множеств и метод форсинга. — М., 1973.

A CREATIVE NONDETERMINISTIC COMPUTABILITY

A.M. Anisov

Department of Logic
Institute of Philosophy RAS
Volhonka, 14, Moscow, Russia, 199991

This paper shows a range of fundamental limitations inherent to any process realized in a standard theory of deterministic computability that significantly hamper its application to an analysis of philosophical problems concerning time-flow phenomena. Here a method based on a non-standard generalization of a computability concept is proposed that allows an adequate investigation of such philosophical problems. This goal is achieved by means of rejecting determinism in computational processes.

Key words: nondeterministic computability, computability concepts, mathematical logic, programming languages.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЛОГИКА ЗНАНИЯ DK_{pr} : ЕЁ МЕТАЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ*

Е.Е. Ледников

Кафедра онтологии и теории познания
Факультет гуманитарных и социальных наук
Российский университет дружбы народов
Ул. Миклухо-Маклая, 10а, Москва, Россия, 117198

В статье показано, что авторская первопорядковая модальная логика знания DK_{pr} является непротиворечивой и полной, что для неё справедливы теоремы компактности, Левенгейма—Сколема и интерполяционная теорема Крейга.

Ключевые слова: динамическая логика, эпистемология, методология, металогика.

В большинстве философско-гносеологических концепций понятие знания используется для выражения итога, конечной цели познания. Но для характеристики *процесса* познания, движения по пути постижения истины, одного понятия знания недостаточно. Вот почему такие глубокие диалектики, как Сократ, Платон и И. Кант привлекали для характеристики познания и другие понятия. Сократ фактически предложил различать *степени* знания, Платон знанию противопоставлял *мнение*, а И. Кант, в дополнение к знанию, использовал понятия *мнения*, *веры*, *убеждённости* и *достоверности* [1. С. 98—99].

Нами было предложено характеризовать процесс достижения знания с помощью понятий убежденности, доказательства, веры, мнения, сомнения и опровержения [1. С. 99]. Но чтобы подобная картина познания приняла вид логически строгого философского дискурса, она должна быть дополнена соответствующей логикой, в рамках которой только и возможно её последовательное и непротиворечивое описание. Такая логика, названная нами DK_{pr} -логикой, была построена в виде исчисления гильбертовского типа и в виде аналитических таблиц в [2], а в [3] была предложена для неё семантика.

В настоящей работе исследуются металогические характеристики DK_{pr} -логики, прежде всего её полнота. Доказательство полноты осуществим для аналитико-табличной формулировки DK_{pr} -логики и для формулировки гильбертовского вида.

DK_{pr} -логика является первопорядковой модальной логикой и сформулирована в первопорядковом предикатном модальном языке PL_d . Данный язык содержит в качестве исходных дескриптивных символов счётное множество пропозициональных переменных, индивидуальных и предикатных переменных, а также логические символы $\{\sim, \&, \vee, \supset, \forall, \exists, =, K\phi, C\phi, G\phi, T\phi, V\phi, D\phi, R\phi\}$. Символами $K\phi, C\phi, G\phi, T\phi, V\phi, D\phi, R\phi$ обозначены личностные модальные операторы «субъект ϕ знает, что...», «субъект ϕ убеждён в том, что...», «субъект ϕ доказыва-

* Исследование выполнено при поддержке РГНФ, проект № 07-03-00335а.

ет (обосновывает), что...», «субъект φ верит, что...», «субъект φ полагает, что...», «субъект φ сомневается в том, что...», «субъект φ опровергает, что...» соответственно. Так что если A — произвольная формула классической логики предикатов, φ — индивидуальный символ для обозначения субъекта знания, убеждённости, доказывания, веры, мнения, сомнения или опровержения, то, $S\varphi A$, $G\varphi A$, $T\varphi A$, $V\varphi A$, $D\varphi A$, $R\varphi A$ и их отрицания — формулы рассматриваемой логики. Если F — формула вида $\Box A$ или её отрицание (где \Box — один из модальных операторов DK_{pr} -логики), то все выражения вида $K\varphi F$, $(\forall x)F$, $(\exists x)F$ и их отрицания также являются формулами DK_{pr} -логики.

Пусть PL^*_d — расширение языка PL_d за счёт добавления счётного множества новых индивидуальных переменных. В качестве правил редукции в формулировке DK_{pr} -логики используются правила для α -, β -, γ -, δ -, ε -, ν -, π -типов формул. К правилам редукции классической пропозициональной логики (α -правилам и β -правилам [4. Р. 614]) добавляются правила для кванторов (γ -правила и δ -правила), правило для тождества (ε -правило) и правила для сильных (ν -правила) и слабых (π -правила) модальностей.

Правило удаления истинной формулы с внешним квантором общности и ложной формулы с внешним квантором существования:

$[\gamma/\gamma(z)]$, где z — произвольная индивидуальная переменная языка PL^*_d . Это правило многократного применения.

Правило удаления истинной формулы с внешним квантором существования и ложной формулы с внешним квантором общности:

$[\delta/\delta(z)]$, где z — новая индивидуальная переменная PL^*_d . Это правило однократного применения.

Правило удаления формулы с тождеством (подставимость тождественного):

$[\varepsilon/\varepsilon_0] A(x, y), x = y/A(x, x)$.

Правила удаления сильных модальностей:

$[(K)\nu/\nu_0] K\varphi A/A$ — правило удаления для сильной эпистемической модальности;

правила удаления для сильных модальностей убеждённости $[(C)\nu/\nu_0]$, доказываемости $[(G)\nu/\nu_0]$, веры $[(T)\nu/\nu_0]$, мнения $[(B)\nu/\nu_0]$, сомнения $[(D)\nu/\nu_0]$ и опровержения $[(R)\nu/\nu_0]$ отсутствуют.

А вот как будут выглядеть правила удаления соответствующих слабых модальностей:

$[(K)\pi/\pi_0] \sim K\varphi A/\sim A$ (но сначала из столбца вычёркиваются все формулы, кроме $(K)\nu$ -формул);

$[(C)\pi/\pi_0] \sim C\varphi A/\sim A$ (но сначала из столбца вычёркиваются все формулы, кроме $(K)\nu$ -формул и $(C)\nu$ -формул, а $(C)\nu$ -формулы заменяют $(C)\nu_0$ -формулами);

$[(G)\pi/\pi_0] \sim GA/\sim A$ (но сначала из столбца вычёркиваются все формулы, кроме $(K)\nu$ -формул, $(C)\nu$ -формул и $(G)\nu$ -формул, а $(C)\nu$ -формулы и $(G)\nu$ -формулы заменяют $(C)\nu_0$ -формулами и $(G)\nu_0$ -формулами);

$[(T)\pi/\pi_0] \sim T\varphi A/\sim A$ (но сначала из столбца вычёркиваются все формулы, кроме $(K)v$ -формулы, $(C)v$ -формулы, $(G)v$ -формулы и $(T)v$ -формулы, а $(C)v$ -формулы, $(G)v$ -формулы и $(T)v$ -формулы заменяют $(C)v_0$ -формулами, $(G)v_0$ -формулами и $(T)v_0$ -формулами);

$[(B)\pi/\pi_0] \sim B\varphi A/\sim A$ (но сначала из столбца вычёркиваются все формулы, кроме $(K)v$ -формулы, $(C)v$ -формулы, $(G)v$ -формулы, $(T)v$ -формулы и $(B)v$ -формулы, а $(C)v$ -формулы, $(G)v$ -формулы, $(T)v$ -формулы и $(B)v$ -формулы заменяют $(C)v_0$ -формулами, $(G)v_0$ -формулами, $(T)v_0$ -формулами и $(B)v_0$ -формулами);

$[(R)\pi/\pi_0] \sim R\varphi A/\sim A$ (но сначала из столбца вычёркиваются все формулы, кроме $(D)v$ -формулы, а $(D)v$ -формулы заменяют $(D)v_0$ -формулами);

правило удаления слабой модальности сомнения $[(D)\pi/\pi_0]$ отсутствует.

Столбец аналитической таблицы является замкнутым, если он содержит формулу вида $\sim(x = x)$, либо пару формул вида $(A, \sim A)$, либо $(K\varphi A, D\varphi A)$, либо $(K\varphi A, R\varphi A)$, либо $(C\varphi A, D\varphi A)$, либо $(C\varphi A, R\varphi A)$, либо $(G\varphi A, D\varphi A)$, либо $(G\varphi A, R\varphi A)$, либо $(T\varphi A, D\varphi A)$, либо $(T\varphi A, R\varphi A)$.

В доказательстве полноты DK_{pr} -логики будем следовать стратегии, изложенной в [4. Р. 615—618]. Прежде всего, важным в этом доказательстве является модальное свойство непротиворечивости той или иной модальной логической теории.

Множество Σ непустых подмножеств формул S_1, S_2, \dots, S_n языка PL_d образует DK_{pr} -свойство непротиворечивости, если для каждого $S \in \Sigma$, выполняются правила:

- (1.1) если A — атомарная формула, то неверно, что $A \in S$ и $\sim A \in S$;
- (1.2) если x — свободная переменная в некоторой ППФ из множества S , то $S \cup \{x = x\} \in \Sigma$;
- (2) если $\alpha \in S$, то $S \cup \{\alpha_1, \alpha_2\} \in \Sigma$;
- (3) если $\beta \in S$, то $S \cup \beta_1 \in \Sigma$ или $S \cup \beta_2 \in \Sigma$;
- (4) если $\gamma \in S$, то $S \cup \{\gamma(z)\} \in \Sigma$ для произвольной индивидуальной переменной z языка PL_d^* ;
- (5) если $\delta \in S$, то $S \cup \{\delta(z)\} \in \Sigma$ для новой индивидуальной переменной z языка PL_d^* ;
- (6) если $\varepsilon \in S$, $(x = y) \in S$, то $S \cup \{\varepsilon_0\} \in \Sigma$;
- (7) если $Kv \in S$, то $S \cup \{Kv_0\} \in \Sigma$;
- (8) если $K\pi \in S$, то $S_k \cup \{K\pi_0\} \in \Sigma$, где $S_k = \{v | Kv\}$;
- (9) если $C\pi \in S$, то $S_c \cup \{C\pi_0\} \in \Sigma$, где $S_c = \{v, v_0 | Cv, Cv_0\}$;
- (10) если $G\pi \in S$, то $S_g \cup \{G\pi_0\} \in \Sigma$, где $S_g = \{v, v_0 | Gv, Gv_0\}$;
- (11) если $T\pi \in S$, то $S_t \cup \{T\pi_0\} \in \Sigma$, где $S_t = \{v, v_0 | Tv, Tv_0\}$;
- (12) если $B\pi \in S$, то $S_b \cup \{B\pi_0\} \in \Sigma$, где $S_b = \{v, v_0 | Bv, Bv_0\}$;
- (13) если $R\pi \in S$, то $S_r \cup \{R\pi_0\} \in \Sigma$, где $S_r = \{v_0 | Dv_0\}$.

Моделью MDK_{pr} -логики будет структура $(U, H, W^k, W^c, W^g, W^t, W^b, W^d, W^r, R^k, R^\nabla, Val)$, где U — предметная область индивидов $a, b, c, d...$ (универсум рассуждения), H — выделенный («реальный» мир), $W^k, W^c, W^g, W^t, W^b, W^d, W^r$ — множества миров (альтернатив) соответствующей индексу динамической модальности, R^k — отношение достижимости на W^k (на эпистемических альтернативах), R^∇ — отношение достижимости на альтернативах остальных видов модальностей, Val — функция приписывания значений выражениям языка PL_d (функция означивания). Отношение R^k обладает свойствами рефлексивности и транзитивности, на отношение R^∇ не наложено никаких ограничений.

Для каждой пары множеств миров W^k, W^∇ существует множество S такое, что $\{S\} = \{p, q, r, \dots, A_1, \dots, A_m\} = \{W^k_1\} \cap \{W^k_2\} \cap \dots \{W^k_j\}$ (где j — число элементов в W^k), причем $\{S\} \subseteq \{W^\nabla_i\}$ для произвольного возможного мира W^∇_i . Другими словами, множество S — это общая часть эпистемических альтернатив, которая является подмножеством множества высказываний произвольной альтернативы W^∇_i .

Охарактеризуем теперь с помощью определений функцию означивания Val :

Определение 1. $Val(x) = a \in U$, то есть любой индивидуальной переменной x эта функция сопоставляет некоторый индивид a из предметной области U .

Определение 2. $Val(P^n) = V(P^n) = \{\langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle, \langle b_1, b_2, \dots, b_n \rangle, \dots\}$, то есть любой n -местной предикатной переменной P^n функция Val сопоставляет объем V , состоящий из множеств упорядоченных n -ок индивидов из U .

Определение 3. $Val(A) = И$ или $Val(A) = Л$. Другими словами, любой формуле A языка PL_d функция Val сопоставляет семантический объект «истина» или семантический объект «ложь». Эту же мысль можно выразить как $M, W_i \models A$ или $M, W_i \not\models A$ — как выполнимость (соответственно, невыполнимость) формулы A в возможном мире W_i модели M (разумеется, при функции означивания Val , входящей в определение модели M). Отношение выполнимости \models (соответственно, невыполнимости $\not\models$) определяется следующим образом:

1) для пропозициональной переменной p или её отрицания $\sim p$: $M, W_i \models p$ ($\sim p$), если p ($\sim p$) $\in W_i$;

2) для отрицания произвольного неэлементарного высказывания A , содержащего только те элементарные высказывания, которые принадлежат к W_i : $M, W_i \models \sim A$, если $M, W_i \not\models A$; $M, W_i \not\models \sim A$, если $M, W_i \models A$;

3) для α -формул: $M, W_i \models \alpha$, если $M, W_i \models \alpha_1$ и $M, W_i \models \alpha_2$; $M, W_i \not\models \alpha$, если $M, W_i \not\models \alpha_1$ или $M, W_i \not\models \alpha_2$;

4) для β -формул: $M, W_i \models \beta$, если $M, W_i \models \beta_1$ или $M, W_i \models \beta_2$; $M, W_i \not\models \beta$, если $M, W_i \not\models \beta_1$ и $M, W_i \not\models \beta_2$;

5) для Kv -формул: $M, W_i^k \models Kv$, если $M, W_j^k \models Kv_0$ в каждом W_j^k таком, что $W_i^k R^k W_j^k$, иначе $M, W_i^k \not\models Kv$;

6) для ∇v -формулы: $M, W_i^\nabla \vDash \nabla v$, если $M, W_j^\nabla \vDash \nabla v_0$ в каждом W_j^∇ таком, что $W_i^\nabla R^\nabla W_j^\nabla$, иначе $M, W_i^\nabla \not\vDash \nabla v$ (1);

7) для $K\pi$ -формулы: $M, W_i^k \vDash K\pi$, если $M, W_j^k \vDash K\pi_0$ в некотором W_j^k таком, что $W_i^k R^k W_j^k$, иначе $M, W_i^k \not\vDash K\pi$;

8) для $\nabla\pi$ -формулы: $M, W_i^\nabla \vDash \nabla\pi$, если $M, W_j^\nabla \vDash \nabla\pi_0$ в некотором W_j^∇ таком, что $W_i^\nabla R^\nabla W_j^\nabla$, иначе $M, W_i^\nabla \not\vDash \nabla\pi$ (2);

9) для элементарной формулы исчисления предикатов $P^n(x_1\dots x_n)$: $M, W_i \vDash P^n(x_1\dots x_n)$, если $\text{Val}(x_1), \dots, \text{Val}(x_n) \in V(P^n)$, в противном случае $M, W_i \not\vDash P^n(x_1\dots x_n)$.

10) для γ -формулы: $M, W_i \vDash \gamma$, если $M, W_i \vDash \gamma(z)$ для всех z из W_i , иначе $M, W_i \not\vDash \gamma$;

11) для δ -формулы: $M, W_i \vDash \delta$, если $M, W_i \vDash \delta(z)$ для некоторого z из W_i , иначе $M, W_i \not\vDash \delta$.

Высказывание A общезначимо ($\vDash A$), если $M, H \vDash A$ во всех своих моделях M .

Приведем далее ключевые моменты доказательства по методу М. Фиттинга.

1. Пусть множество Σ представляет собой DK_{pr} -свойство непротиворечивости, замкнутое относительно объединения цепей. Пусть $S_0 \in \Sigma$, а D_0 представляет собой множество индивидных символов из S_0 . Пусть $\{d_1, d_2, d_3, \dots\}$ — счётное множество индивидных символов, не входящих в D_0 , а $D = D_0 \cup \{d_1, d_2, d_3, \dots\}$. Тогда для S_0 существует расширение $S \in \Sigma$, насыщенное вниз относительно D (иначе говоря, модельное множество Хинтикки относительно D).

2. Пусть Σ представляет собой DK_{pr} -свойство непротиворечивости, замкнутое относительно объединения цепей, а S — множество высказываний в языке PL_{δ} , такое, что $S \in \Sigma$. Тогда, используя Σ , можно построить для S модель (в частности, такова предложенная нами модель $M = (U, H, W^k, W^c, W^g, W^t, W^b, W^d, W^r, R^k, R^\nabla, \text{Val})$, в которой S — выполнимо (3).

Теорема о существовании модели позволяет установить полноту DK_{pr} -логики в аксиоматической и табличной формулировке. Так, в первом случае, достаточно установить, что совокупность множеств формул, непротиворечивых в смысле аксиоматической системы DK_{pr} -логики, образует DK_{pr} -свойство непротиворечивости. Рассмотрим некоторую формулу вида $\sim A$ из языка PL_{δ} , не являющуюся противоречием. Тогда, очевидно, формула A не будет доказуема в DK_{pr} -логике. Но поскольку формула $\sim A$ непротиворечива, она, по теореме М. Фиттинга, выполнима. Мы приходим к следующему условному высказыванию: если формула A недоказуема, то формула $\sim A$ выполнима. Откуда, по закону контрапозиции, следует: если формула $\sim A$ невыполнима (то есть если $\vDash A$), то формула A доказуема ($\vdash A$). Сходное рассуждение справедливо и для табличной формулировки DK_{pr} -логики,

если принять во внимание, что множество высказываний языка PL_d является непротиворечивым в том случае, когда ни одна аналитическая таблица для них не является замкнутой.

Как известно, из теоремы М. Фиттинга можно извлечь также доказательство теорем компактности, Лёвенгейма—Сколема и интерполяционной теоремы Крейга. Образцы доказательств можно найти в работе [4. Р. 619].

Подведём некоторые итоги. Предложенная нами DK_{pr} -логика обладает не только важными для любой формализованной теории металогическими свойствами, но, что не менее значимо, установленные в ней логические отношения между модальностями, характеризующими этапы, ступени получения знания, находятся в полном согласии с интуитивными представлениями об этих понятиях. Так, вполне естественно, что субъекту познания φ (можно сказать и по-другому — исследователю φ) известны все его умственные состояния, возникающие на пути достижения знания. Другими словами, если субъект φ сомневается в некотором тезисе A , опровергает, полагает его и т.д., то он обязательно знает об этом. Не менее естественной является и упорядоченность всех модальных понятий по их дедуктивной силе, при которой самым сильным является знание, а самым слабым — сомнение. Разумеется, данная логика не подменяет философскую теорию познания как характеристику процесса достижения объективной истины, но может быть для неё полезным подспорьем, придавая философским рассуждениям необходимую логическую строгость и последовательность.

ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Разумеется, знак ∇ означает здесь определённый вид сильной модальности, отличной от сильной модальности знания, а не произвольную сильную модальность.
- (2) Знак ∇ означает здесь определённый вид слабой модальности, отличной от слабой модальности знания, а не произвольную слабую модальность.
- (3) Мы считаем излишним воспроизводить детали доказательства этих двух тезисов, поскольку они с точностью до несущественных различий совпадают с доказательством М. Фиттинга в отношении алетических модальных систем [4. Р. 617—618].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ледников Е.Е. Возможность и предпосылки динамической концепции знания // Вестник РУДН. Серия Философия. — 2008. — № 3. — С. 98—102.
- [2] Ледников Е.Е. Об одном варианте динамической логики знания // Логические исследования. — М.: Наука, 2007. — Вып. 14. — С. 218—223.
- [3] Ледников Е.Е. Семантика первопорядковой динамической логики знания // Логические исследования. — М.: Наука, 2009. — Вып. 15. — С. 129—136.
- [4] *Fitting Melvin*. Model existence theorems for modal and intuitionistic logics // The journal of symbolic logic. — 1973. — V. 36. — N. 4, Dec. — P. 613—627.

**DYNAMIC LOGIC OF KNOWLEDGE DK_{pr} :
ITS METALOGICAL PROPERTIES**

E.E. Lednikov

Department of Ontology and Epistemology
Faculty of Humanities and Social Sciences
Russian People's Friendship University
Miklucho-Maklay Str., 10a, Moscow, Russia, 117198

The paper shows that the author's first order modal logic of knowledge DK_{pr} is consistent and complete, that compactness theorem, Lowenheim—Skolem theorem and Craig interpolation theorem may be true of it.

Key words: dynamic logic, epistemology, methodology, metalogic.

ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ИСТИНЫ С ОПЕРАТОРОМ ИСТИННОСТИ*

С.А. Павлов

Сектор логики
Институт философии РАН
ул. Волхонка, 14, Москва, Россия, 119991

В статье предложена аксиоматическая теория истины, которая строится как логическая теория с операторами истинности и ложности, которые включены в язык теории и допускают итерацию. Т-эквивалентность в общем случае не имеет места, а условием её выполнения является выполнение принципа бивалентности. Область определения оператора истинности в теории истины расширена на универсум символьных выражений. Найдены условия применимости классической логики для формул ряда языков.

Ключевые слова: теория истины, семантика, метаязык, аксиоматика, язык.

В настоящее время в логической семантике имеется ряд концепций и теорий истины [1]. Понятия истинности и ложности рассматриваются в различных подходах и теориях по крайней мере в нескольких смыслах: как предикат, как оператор, как абстрактный предмет.

Высказывания различных видов: «Предложение p истинно», «Истинно, что S », «Предложение p означает истину», где p имя S , — об истинности предложений, а также само предложение S , подчиняющиеся классической логике, попарно эквивалентны друг другу.

Однако если для каких-либо предложений не имеют места принципы и положения классической логики, то нарушаются и вышеуказанные эквивалентности.

В общем случае логика для предложений может отличаться от логики для высказываний об истинности или ложности этих предложений. То есть можем говорить, по крайней мере, о двух уровнях рассмотрения, на каждом из которых выполняются законы различных логик.

Будем исходить из рассмотрения понятий истинности и ложности как предикатов вслед за Тарским, который полагал, что предикат 'истинно' относится к предложениям. Символически будем записывать соответствующие высказывания как формулы $T(q(S_1))$, $F(q(S_2))$, где ' S_1 ' и ' S_2 ' — предложения, q — оператор, преобразующий предложения в их имена, и ' $q(S_1)$ ' и ' $q(S_2)$ ' — имена этих предложений. Предикаты и операторы истинности и ложности тесно связаны друг с другом. Формулы с операторами истинности и ложности будем рассматривать как сокращения:

$T(A)$ есть сокращение для $T(q(A))$ и $F(A)$ есть сокращение для $F(q(A))$.

Имея дело с понятиями истинности и ложности, необходимо учитывать возможность встретиться с проблемами их применения и употребления в есте-

* Исследование выполнено при поддержке РГНФ, проект № 07-03-00242а.

ственном и формализованном языках. Эти проблемы связаны с семантическими парадоксами типа парадокса лжеца, с определением предиката истины, с определением предложения и высказывания. Они обсуждаются в [9]. Эти проблемы не возникают, если перейти к использованию операторов истинности и ложности [3]. Тогда нет выразительных возможностей для введения референции, а значит, и автореференции. В то же время связанные с этим ограничения не отбрасывают каких-либо содержательно значимых высказываний или положений.

На пути исследования понятия истинности А. Тарский пришёл к выводу о неопределимости предиката истинности для достаточно «богатых» языков. В случае невыполнения необходимого условия для удовлетворительного определения истины в метаязыке, состоящего в том, что метаязык должен «быть существенно богаче» объектного языка, он полагал, что термин «истинно» необходимо включить в список неопределяемых терминов метаязыка, а свойства понятия истины задавать аксиоматически. То есть А. Тарский указывал, что возможен аксиоматический подход к построению теории истины. Он писал: «можно установить способ последовательного и верного оперирования этим понятием, относясь к нему как первоначальному понятию особой науки — теории истины — и уточняя основные его свойства путем аксиоматизации» [12]. Исходя из этого, предикат и оператор истинности будем в данной работе рассматривать в качестве исходных логических понятий.

Известны трудности, связанные с определением того, что представляет собой высказывание и предложение: «Одно и то же выражение может быть истинным высказыванием в одном языке, а на основании другого оказаться ложным высказыванием или лишённым смысла выражением» [12]. На данное обстоятельство обращал внимание ещё Аристотель, который писал «Да и вообще всё, о чем говорится без какой-либо связи, не истинно и не ложно» [2].

Построение и исследование различных грамматик не привело к таким правилам образования предложений, которые гарантировали бы осмысленность всех полученных предложений. В общем случае проблема демаркации осмысленных предложений от бессмысленных до сих пор не решена. Поэтому имеет смысл не ограничиваться рассмотрением только предложений, а расширить область определения предиката истины. Так, А. Тарский говорил о новых возможностях применимости понятия истины: «тот факт, что нас прежде всего интересует понятие истины для предложений, не исключает возможности последующего расширения сферы применимости этого понятия на другие виды объектов» [13]. Расширим сферу применимости понятия истины до множества выражений языка. При этом всякое предложение есть выражение языка. Те же выражения языка, которые не являются предложениями, все тривиально не истинны и не ложны, как например, неправильно построенные формулы. В пользу такого расширения также говорит использование символьных выражений (слов в алфавите, строк, цепочек символов) в таких общих логических системах, как канонические исчисления над алфавитом Э. Поста, формальные системы Р. Смаллиана.

В данной работе под аксиоматической теорией истины для некоторого языка будем понимать логическую теорию с операторами истинности и ложности, в ко-

торой аксиоматическим образом задаются условия истинности и ложности для формул этого языка, а также задаются различные возможные виды их семантических оценок.

Построение аксиоматической теории истины будет проводиться пошагово: на первом шаге сформулируем теорию истины с операторами истинности и ложности для языка элементарных высказываний, на втором обогатим исходный язык сентенциальными связками и, наконец, на последнем шаге расширим язык до универсума символьных выражений с операцией конкатенации.

1. Теория истины с операторами истинности и ложности

Построение теории истины начнём с аксиоматического задания свойств оператора истинности на множестве предложений. Эти предложения в общем случае не обязательно должны быть двузначными, то есть для исходного языка логика не обязательно классическая. Поэтому не выдвигается требование о соблюдении конвенции Тарского (или Т-эквивалентности). Нахождение условий принятия Т-эквивалентности является одной из задач, решаемых в рамках рассматриваемой теории истины.

Для высказываний об истинности предложений примем классическую логику. В этом состоят отличия разрабатываемой теории от теории истины Крипке [5], в которой исходный язык классический, предикат истины является частично определенным, а в метаязыке применяется неклассическая логика Клини.

Предложения и выражения любого языка принято оценивать не только на истинность, но и на ложность. Учтем при этом, что неистинность предложений в общем случае не всегда означает его ложность. Поэтому наряду с оператором истинности вводим в рассмотрение логически независимый от него оператор ложности F .

В область определения операторов истинности и ложности войдут как исходные предложения, так и высказывания об истинности (и ложности) предложений. При этом будем допускать итерацию операторов истинности и ложности. Этим данный подход отличается от подхода А.Тарского.

Язык исчисления ТФТ.

Алфавит ТФТ:

s, s_1, s_2, \dots сентенциальные переменные;

\neg, \supset логические константы, обозначающие отрицание и импликацию;

T, F , логические константы, обозначающие операторы истинности и ложности;

$(,)$ технические символы.

Правила образования.

1.1. Если v есть сентенциальная переменная, то (v) есть правильно построенная формула (сокращенно ППФ).

1.2. Если A есть ППФ, то (TA) и (FA) есть ППФ.

Из всего класса ППФ выделим подкласс формул, которые образованы из префиксированных операторами истинности или ложности формул (называемыми в дальнейшем ТФ-формулами (ТФ-ф.)).

- 2.1. Если А есть ППФ, то (ТА) и (ФА) есть TF-ф.
- 2.2. Если P_1, P_2 есть TF-ф., то $(TP_1), (FP_1), (\neg P_1)$ и $(P_1 \supset P_2)$ есть TF-ф.
3. Ничто иное не является ППФ и TF-ф.

Метапеременные: А, В, С, ... для ППФ;
 P, P_1, P_2, \dots для TF-ф.

Принимаем обычные соглашения насчёт опускания скобок.

Определим ряд производных связей классическим образом.

- D1.1.1.** $(P_1 \wedge P_2) =_{df} \neg (P_1 \supset \neg P_2)$.
D1.1.2. $(P_1 \vee P_2) =_{df} (\neg P_1 \supset P_2)$.
D1.1.3. $(P_1 \underline{\vee} P_2) =_{df} ((P_1 \vee P_2) \wedge \neg (P_1 \wedge P_2))$.
D1.1.4. $(P_1 \supset\subset P_2) =_{df} ((P_1 \supset P_2) \wedge (P_2 \supset P_1))$.

Схемы аксиом.

- A1.1.** $(P_1 \supset (P_2 \supset P_1))$.
A1.2. $(P_1 \supset (P_2 \supset P_3)) \supset ((P_1 \supset P_2) \supset (P_1 \supset P_3))$.
A1.3. $((\neg P_1 \supset \neg P_2) \supset (P_2 \supset P_1))$.

К этим схемам аксиом добавим аксиомы, которые выражают условия истинности и ложности для TF-формул.

- A1.4.1.** $TP \supset\subset P$ (Т-эквивалентность для TF-ф.).
A1.4.2. $FP \supset\subset \neg P$.

Здесь возникает вопрос: нужна ли унарная связка \neg ? Отметим, что пока не ставится задача упрощения языка. Это будет сделано ниже в части 4.

Правило вывода.

$$\frac{P_1, (P_1 \supset P_2)}{P_2} \text{ MP.}$$

Условия истинности и ложности для отрицания \neg получаем в качестве теорем:

- T1.1.1.** $T\neg P \supset\subset FP$.
T1.1.2. $F\neg P \supset\subset TP$.

Так же и для импликации \supset :

- T1.1.3.** $T(P_1 \supset P_2) \supset\subset (FP_1 \vee TP_2)$.
T1.1.4. $F(P_1 \supset P_2) \supset\subset (TP_1 \wedge FP_2)$.

Условия истинности и ложности для самих операторов истинности и ложности, теоремы сведения (редукции):

- T1.2.1.** $TPA \supset\subset TA$.
T1.2.2. $F\overline{TA} \supset\subset \neg TA$.
T1.2.3. $TFA \supset\subset FA$.
T1.2.4. $FFA \supset\subset \neg FA$.

В то же время имеем теоремы о несводимости.

- T1.2.5.** Не имеет места $F\overline{TA} \supset\subset FA$.
T1.2.6. Не имеет места $FFA \supset\subset TA$.

Отметим, что эти теоремы отличаются от аксиом **A2** $F(t) \leftrightarrow F(T(t))$ и **A4** $T(t) \leftrightarrow F(F(t))$ теории истины **KFG** (Крипке—Фефермана—Гилмора) [15].

T1.2.7. Не имеет места $FA \supset \neg TA$, что говорит о логической независимости операторов истинности и ложности.

Пусть $\Phi(P_1, \dots, P_n)$ формула, в которую входят TF-формулы P_1, \dots, P_n и k_i — индекс, указывающий число итераций. Имеем следующие метатеоремы о сводимости итерированных формул.

MT1.1. $\Phi(T^{k_1}P_1, \dots, T^{k_m}P_n) \supset \Phi(P_1, \dots, P_n)$.

MT1.2. $\Phi(T^{k_1}A_1, \dots, T^{k_m}A_n) \supset \Phi(TA_1, \dots, TA_n)$.

Эти метатеоремы говорят о том, что множество формул теории можно разбить на два подмножества, соответствующих двум уровням (в отличие бесконечного числа уровней языков в теории Тарского). Пользуясь метафорой Куайна, можно сказать, что семантическое восхождение, состоящее в переходе от предложения A к высказыванию о его истинности TA , приводит от неклассической логики для A к классической логике для TA .

T1.3.1. $(TA \underset{\vee}{\vee} \neg TA)$.

T1.3.2. $(FA \underset{\vee}{\vee} \neg FA)$.

Вышеприведенные дилемма истинности и дилемма ложности приводят к тетралемме истинности и ложности или закону исключенного пятого.

Определим n -местную исключающую дизъюнкцию $\underset{\vee}{\vee}^n$ (даем в связи с n -местностью исключающей дизъюнкцией):

D1.2. $\underset{\vee}{\vee}^n(P_1, P_2, \dots, P_n) =_{df} (P_1 \wedge \neg P_2 \wedge \dots \neg P_n) \vee$
 $\vee (\neg P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \neg P_n) \vee \dots \vee (\neg P_1 \wedge \neg P_2 \wedge \dots P_n)$.

T1.4. $\underset{\vee}{\vee}^4(TA \wedge \neg FA, \neg TA \wedge FA, TA \wedge FA, \neg TA \wedge \neg FA)$.

Всякое предложение либо истинно и не ложно, либо ложно и не истинно, либо истинно и ложно, либо не истинно и не ложно.

В соответствии с этой тетралеммой все множество предложений можно разбить на четыре непересекающиеся подмножества. Каждому члену тетралеммы сопоставим область (подмножество), обозначаемую **T**, **F**, **B** или **N**, в которой выполняется соответствующая ему по порядку членства формула.

MT1.3. Только 4 области замкнуты относительно оператора \ulcorner : **TFBN**, **TFB**, **TFN** и **TF**.

Определим операторы строгой истинности \ulcorner и строгой ложности \lrcorner , соответствующие первым двум членам тетралеммы:

D1.3.1. $\ulcorner A =_{df} (TA \wedge \neg FA)$.

D1.3.2. $\lrcorner A =_{df} (\neg TA \wedge FA)$.

Оператор строгой истинности \ulcorner сильнее оператора истинности T , что усматривается из следующих теорем:

T1.5.1. $\ulcorner A \supset TA$.

T1.5.2. Не имеет места, что $TA \supset \ulcorner A$.

Эти операторы эквивалентны в области **TFN**.

T1.5.3. $\neg(TA \wedge FA) \supset (TA \supset \ulcorner A)$.

Исходя из модифицированной семантики Фреге, суть которой состоит в наличии только одного денотата истина вместо двух, построим значения, подходящие для четырёхзначной интерпретации языка исчисления. Возьмём одноэлементное множество {истина} [10] и, пользуясь методом Данна, образуем из него множество его подмножеств. Затем отождествим упорядоченные пары множеств со значениями следующим образом:

$$T = \langle \{\text{истина}\}, \{\} \rangle, F = \langle \{\}, \{\text{истина}\} \rangle, B = \langle \{\text{истина}\}, \{\text{истина}\} \rangle, N = \langle \{\}, \{\} \rangle.$$

Выделенное значение — Т. Содержательный смысл этих значений следующий: истинно и неложно; ложно и неистинно; истинно и ложно; не истинно, не ложно; соответственно. Интерпретации, с так построенными значениями, назовем Т-интерпретациями, а логики, которым они адекватны, Т-логиками.

Отметим, что ранее в [7; 8] два последних значения назывались «противоречивость» С и «индифферентность» I. В связи с тем что в дальнейшем оказалось возможным рассматривать несколько видов противоречий, автор предпочел более нейтральные обозначения Н. Белнапа.

Таблицы значений для исходных и производных связок:

P	¬P
T	F
F	T

⊃	T	F
T	T	F
F	T	T

A	TA	FA	⌈A	⌋A
T	T	F	T	F
F	F	T	F	T
B	T	T	F	F
N	F	F	F	F

Исчисление **ТFT** непротиворечиво и семантически полно относительно предложенной интерпретации.

Несмотря на семантическую полноту построенной теории, оно не является абсолютно полным [14]. Следовательно, допустимо присоединять к нему дополнительные аксиомы, о чём говорит следующая метатеорема, в которой перечисляются возможные виды семантических оценок предложений.

MT1.4. Три класса формул, эквивалентных следующим: $(TA \sqcup FA)$, $(TA \vee FA)$ либо $(\neg TA \vee \neg FA)$, могут быть присоединены в качестве аксиом к **ТFT**.

2. Теория истины для языка с отрицанием и импликацией

Перейдём к сложным предложениям, то есть построенным из других предложений с помощью связок.

Язык исчисления **ТFT(Λ)**.

К алфавиту языка исчисления **ТFT** добавляем символы логических констант \sim, \rightarrow для отрицания и импликации. Пусть $\Lambda = \{\sim, \rightarrow\}$.

Правила образования*

1.3. Если A, B есть ППФ, то $(\sim A), (TA), (FA), (A \rightarrow B)$, есть ППФ.

2.3. Если P_1, P_2 есть TF-ф., то $(\sim P_1), (P_1 \rightarrow P_2)$, есть TF-ф.

Д. Гильберт, В. Аккерман вводят для выражения логической связи высказываний ряд знаков, среди которых \sim и \rightarrow , и задают условия истинности и ложности для них: « $\sim X$ обозначает высказывание, которое истинно, если X ложно, и ложно, если X истинно» [4]. Последние соответствуют следующим аксиомам для отрицания \sim :

A2.1. $T\sim A \supset F A.$

A2.2. $F\sim A \supset T A$

и для импликации \rightarrow : « $X \rightarrow Y$... обозначает высказывание, которое ложно в том и только в том случае, когда X истинно, а Y ложно» [4].

A2.3. $T(A \rightarrow B) \supset (F A \vee T B).$

A2.4. $F(A \rightarrow B) \supset (T A \wedge F B).$

Отметим, что в **A2.1—4** реализуется замечание Д. Гильберта и В. Аккермана: «Особую важность имеет ещё то общее замечание, что в силу нашего определения основных логических связей *истинность или ложность сложного высказывания зависит только от истинности и ложности составляющих высказываний*» [4].

Имеем теоремы соответствия связок \sim и \rightarrow и связок \neg и \supset для TF-формул.

Теорема для отрицаний \sim и \neg :

T2.1.1. $\sim P \supset \neg P.$

Теорема для импликаций \rightarrow и \supset :

T2.1.2. $(P_1 \rightarrow P_2) \supset (P_1 \supset P_2).$

Для операторов T, F и связок \sim, \rightarrow имеются следующие соотношения.

T2.2.1. $T A \rightarrow \sim F A$ (соответствует аксиоме **DIS** теории истины **KFG** [15]).

T2.2.2. $\sim F A \rightarrow T A$ (отсутствует в **KFG**).

A также

D2.1. $f =_{df} \neg(T(s) \rightarrow T(s)).$

T2.2.3. $T\sim A \supset T(A \rightarrow f).$

T2.2.4. $F A \supset T(A \rightarrow f).$

Отметим, что на этом этапе не ставится цель минимизации числа исходных связок и выбор независимых аксиом.

Конъюнкцию, дизъюнкцию и эквиваленцию определяем классически:

D2.2.1. $(A \& B) =_{df} \sim(A \rightarrow \sim B).$

D2.2.2. $(A \vee B) =_{df} (\sim A \rightarrow B).$

D2.2.3. $(A \leftrightarrow B) =_{df} (A \rightarrow B) \& (B \rightarrow A).$

* Будем записывать далее только те правила образования, которые отличаются от ранее приведенных.

Имеем следующие условия истинности для конъюнкции и отрицания.

$$\mathbf{T2.3.1.} \quad \top(A \ \& \ B) \leftrightarrow (\top A \wedge \top B).$$

$$\mathbf{T2.3.2.} \quad \top \sim(A \ \& \ B) \leftrightarrow (\top \sim A \vee \top \sim B).$$

$$\mathbf{T2.3.3.} \quad \top \sim \sim A \leftrightarrow \top A.$$

Эти теоремы являются аксиомами в исходной логике истины фон Вригта [17], которую он называет «core system» **CS**. Отметим, что в ней отсутствует правило удаления строгой истинности, а также тавтология ($\top P \leftrightarrow P$) не является выводимой в **CS**.

В *T*-области (на множестве истинных и неложных предложений), а также в *F*-области (на множестве ложных и неистинных предложений) имеет место классическая логика.

Для операторов строгой истинности и строгой ложности имеет место соотношение

$$\mathbf{T2.4.} \quad (\top A \supset \top \sim A).$$

Для этих областей имеет смысл задать правила введения и удаления оператора строгой истинности.

Правила введения и удаления оператора строгой истинности

Введение

Удаление

$$\mathbf{R2.1.} \quad \frac{A}{\top A}.$$

$$\mathbf{R2.2.} \quad \frac{\top A}{A}.$$

Отметим, что в дефляционной теории принимаются следующие правила для оператора истинности.

$$\mathbf{R2.3.} \quad \frac{A}{\top A}$$

$$\frac{\top A}{A}.$$

Правило введения оператора истинности является выводимым в **TFT(Λ)** в отличие от правила удаления оператора истинности, которое невыводимо в теории **TFT(Λ)**. Принятие последнего неприемлемо, так как это приведет к противоречиям (для выяснения этого достаточно рассмотреть область *B*).

Существенной особенностью теории **TFT(Λ)** является то, что в ней не выполняются законы классической логики, сформулированные с помощью связок $\&$, \vee и \leftrightarrow (см. [7]).

$$\mathbf{T2.5.1—3.} \quad \text{Не имеют места } \sim(A \ \& \ \sim A), (A \ \vee \ \sim A), (A \ \leftrightarrow \ A).$$

А также:

$$\mathbf{T2.5.4.} \quad \text{Не имеет места } (\top A \ \leftrightarrow \ A).$$

Из того, что *T*-эквивалентность не имеет места, следует, что оператор истинности в общем случае не элиминируем, так что дефляционизм в данном случае не «работает».

Поэтому возникает вопрос: в каких случаях имеет место *T*-эквивалентность? Ответ на данный вопрос можно извлечь из следующей группы теоремных схем.

Центральная теорема:

$$\mathbf{T2.6.1.} \quad (\top A \ \underline{\vee} \ FA) \supset \top (\top A \ \leftrightarrow \ A).$$

$$(\top A \ \underline{\vee} \ FA) \supset (\top (\top A \ \leftrightarrow \ A) \wedge \neg \top (\top A \ \leftrightarrow \ A)) \text{ (в частично сокращенном виде).}$$

То есть принцип бивалентности (двузначности) равнозначен истинности и неложности Т-эквивалентности.

К ней примыкает ряд близких ей теорем.

T2.6.2. $(\top A \sqcup \text{FA}) \leftrightarrow \lceil (\top A \leftrightarrow A) \rceil$.

T2.6.3. $(\top A \sqcup \text{FA}) \rightarrow (\top A \leftrightarrow A)$

T2.6.4 Не имеет места $(\top A \leftrightarrow A) \rightarrow (\top A \sqcup \text{FA})$

T2.6.5 Не имеет места $(\top A \sqcup \text{FA}) \leftrightarrow (\top A \leftrightarrow A)$

Таблицы значений для исходных связок:

A	$\sim A$	\rightarrow	T	F	B	N
T	F	T	T	F	B	N
F	T	F	T	T	T	T
B	B	B	T	B	B	T
N	N	N	T	N	T	N

Отметим, что, несмотря на традиционные условия истинности для импликации и отрицания, заданные в [4], интерпретация языка теории не двузначная.

Таким образом, рассмотрена теория истины **TFT**(Λ) для сентенциального языка со связками \sim , \rightarrow . Так же как **TFT**, она не является абсолютно полной. Следовательно, допустимо присоединять к ней дополнительные аксиомы, в качестве которых будем использовать формулы из **MT1.4**.

Как теория истины неотделима от логики, так и ряд сентенциальных логик (Т-логик) неотделим от теории истины и является её следствием.

У. Куайн писал «я рассматриваю логику как результирующую двух компонент — истины и грамматики» [6]. Следуя этой идее, можно рассматривать теорию истины как логику, а логики как следствия из теории истины.

Так, из **TFT**(Λ) следует логика **FL4**. При присоединении к **TFT**(Λ) в качестве аксиомы формулы $(\neg \top A \vee \neg \text{FA})$ полученная система дедуктивно эквивалентна логике **FL3N**. Далее, при присоединении к **TFT**(Λ) в качестве аксиомы формулы $(\top A \vee \text{FA})$ полученная система дедуктивно эквивалентна логике **FL3B**, а при присоединении к **TFT**(Λ) в качестве аксиомы формулы $(\top A \sqcup \text{FA})$ полученная система **FL2** дедуктивно эквивалентна классической логике **CL**. **FL4**, **FL3N**, **FL3B** и **FL2** соответствуют 4-м областям, замкнутым относительно оператора \top (см. **MT1.3**). Эти логики рассмотрены в [9].

3. Условия применимости классической логики в философских рассуждениях

Классическая логика не всегда применима в философских рассуждениях, в которых встречаются не только двузначные, но и противоречивые (антиномичные или парадоксальные, одновременно истинные и ложные) высказывания, а также бессмысленные (ни истинные, ни ложные) или недоказуемые предложения. Поэтому необходимо исследовать условия применимости классической логики, а также других логик к философским (и не только философским) рассуждениям.

Одной из важных задач, решаемых в рассматриваемой теории истины, является нахождение условий применимости классической логики к правильно построенным формулам из некоторого множества ППФ.

Понятно, что условия применимости логики L_1 должны быть сформулированы в рамках языка логики L_2 , более слабой, чем L_1 .

Пусть L_1 и L_2 есть две стандартно определяемые сентенциальные логики, такие, что язык логики L_1 есть подязык логики L_2 . Пусть Λ есть множество связок логики L_1 . Введем определение понятия применимости некоторой логики к правильно построенной формуле A со связками, совпадающими со связками из Λ .

Д3.4. Будем говорить, что логика L_1 со связками из Λ **применима** к ППФ A языка логики L_2 (символически $Ap(L_1(\Lambda), A, L_2)$), если и только если для любой теоремы T логики L_1 всякая формула T_i , являющаяся результатом подстановки A вместо всех вхождений любой из сентенциальных переменных в T , доказуема в L_2 .

Таким образом, условия применимости некоторой логики L_1 к некоторой ППФ A формулируются относительно логики L_2 , в рамках языка которой можно выразить и обосновать эти условия. Необходимо отметить, что сопоставление языков L_1 и L_2 проводится на синтаксическом уровне, в то время как содержательная интерпретация связок и формул в разных языках может существенно отличаться.

Найдем условия применимости сентенциальной классической логики CL (с исходными связками отрицанием и импликацией) к некоторому множеству M языка теории $TFT(\Lambda)$. В этом случае CL будет играть роль логики L_1 , а $TFT(\Lambda)$ будет играть роль логики L_2 . В данном случае $\Lambda = \{\sim, \rightarrow\}$.

Основная метатеорема (условия применимости классической логики к некоторым формулам языка теории $TFT(\Lambda)$).

MT2.1. Если $(\neg A \vee FA)$ доказуема в $TFT(\Lambda)$, то $Ap(CL(\Lambda), A, TFT(\Lambda))$.

MT2.2. Если $(\neg A \leftrightarrow A)$ доказуема в $TFT(\Lambda)$, то $Ap(CL(\Lambda), A, TFT(\Lambda))$.

Содержательно эти теоремы означают, что условиями применимости классической логики к формуле A в рамках теории $TFT(\Lambda)$ являются принцип бивалентности или Т-эквивалентность для этой формулы A .

Примерами таких ППФ, для которой соблюдаются условия применимости, могут служить как префиксированные формулы вида FB , так и смешанные вида $((FB \wedge FTB) \rightarrow B)$.

4. Расширение области определения предикатов и операторов истинности и ложности

С учётом аргументов, приведенных в начале, расширим область определения предикатов и операторов истинности и ложности до универсума символьных выражений языка. Под символьным выражением будем понимать конечную линейную последовательность символов некоторого языка. Пусть Σ есть множество переменных для символьных выражений s, s_1, \dots , то есть $\Theta = \{s, s_1, \dots\}$.

Перейдём к формулировке исчисления (теории истины и ложности) $TFT(\Sigma)$ с итерируемыми операторами истинности и ложности, заданных на множестве символьных выражений.

Теория истины с операторами истинности и ложности TFT(Σ).

Алфавит TFT(Σ):

s, s_1, s_2, \dots переменные для символьных выражений языка;

c, c_1, c_2, \dots константы для символьных выражений языка;

T, F логические константы, обозначающие операторы истинности и ложности.

Язык теории TFT(Σ).

Правила образования.

1.4. Если S есть переменная или константа для символьных выражений, то S есть символьное выражение (сокр.: S -выражение).

2.1.⁺ Если S есть S -выражение, то $T(S), F(S)$ есть TF-ф.

Остальные как в TFT.

Метапеременные: S, S_1, S_2, \dots , для символьных выражений.

Тетраlemma, расширенная на универсум символьных выражений была приведена в [7, 16].

T4.5. $\bigvee^4(T(S) \wedge FF(S), FT(S) \wedge F(S), T(S) \wedge F(S), FT(S) \wedge FF(S)).$

MT4.2. $\Phi(T(S_1), \dots, T(S_n)) \supset \Phi(T^{k_1}(S_1), \dots, T^{k_m}(S_n)).$

Обогащение языка кванторами.

Исчисление с оператором истинности, обогащенное кванторами всеобщности и существования, сводимо к предыдущему исчислению TFT(Σ). При этом имеет смысл принять подстановочную интерпретацию кванторов (см. [3]).

Условия истинности и ложности для кванторов

A1.3.1. $T\forall s S \supset \forall s TS.$

A1.3.2. $F\forall s S \supset \exists s FS.$

A1.3.3. $T\exists s S \supset \exists s TS.$

A1.3.4. $F\exists s S \supset \forall s FS.$

О теории истины для языка S-выражений с конкатенацией.

Подобно тому, как мы от элементарных предложений перешли к сложным, имеет смысл рассмотреть и сложные символьные выражения. Роль связок при этом будет играть операция конкатенации (сочленения). Здесь мы ограничимся тем, что выделим несколько положений этой теории.

По Р. Смальяну, «Под алфавитом K мы понимаем упорядоченное конечное множество элементов, называемых символами, знаками или буквами алфавита K . Любая конечная линейная последовательность (упорядоченная n -ка) символов из K называется словом, или выражением, или строкой в K », «Операция конкатенации, очевидно, ассоциативна, но не коммутативна» [11].

Правило образования: если S_1, S_2 есть S -выражения, то $S_1 \wedge S_2$ есть S -выражение.

Таким образом, появляются сложные выражения вида: $S_1 \wedge S_2 \wedge \dots \wedge S_n$ в частности, например $c \wedge s_1 \wedge s_2$ и, соответственно, формулы: $T(S_1 \wedge S_2 \wedge \dots \wedge S_n), T(c \wedge s_1 \wedge s_2).$

Для удобства рассмотрения некоторых T-формул с вхождением нескольких переменных как многоместных введём следующее сокращение в метаязыке.

Пусть $S_1 \wedge S_2 \wedge \dots \wedge S_n$ есть S -выражение. Тогда $\mathbb{T}(S_1, S_2, \dots, S_n) =_{df} \mathbb{T}(S_1 \wedge S_2 \wedge \dots \wedge S_n)$.
 Предыдущие формулы, взятые в качестве примеров, будут иметь вид:

$$\mathbb{T}(S_1, S_2, \dots, S_n), \mathbb{T}(c, s_1, s_2).$$

Имеет смысл рассмотреть введение кванторов по всем переменным, входящим в состав S -выражений. В этом случае получаем исчисление, напоминающее исчисление предикатов первого порядка.

В частном случае трехместных формул с двумя переменными имеем теорему о несводимости: $\neg \exists s_1 \forall s_2 (\mathbb{T}(c, s_1, s_2)) \supset \neg \mathbb{T}(c, s_2, s_2)$, которую можно сравнить теоремой исчисления предикатов первого порядка с предикатом $R(x_1, x_2, x_3)$: $\neg \exists x \forall y (R(a, x, y) \leftrightarrow \neg R(a, y, y))$. Следствием этих теорем является отсутствие взаимнооднозначного соответствия между множеством одноместных формул и множеством формул с одной переменной.

Отметим, что теория истины для языка с конкатенацией предшествует построению исчисления предикатов, выходящего за рамки исчисления предикатов первого порядка. Такой порядок построения позволяет предотвратить появление ряда парадоксов.

Теория $\mathbb{TFT}_4(\Sigma, \sim, \rightarrow)$.

В завершение сформулируем теорию $\mathbb{TFT}_4(\Sigma, \sim, \rightarrow)$ с операторами истинности и ложности. К предыдущей теории добавляются символы логических констант \sim, \rightarrow . Эту формулировку приведем полностью.

Язык теории $\mathbb{TFT}(\Sigma, \sim, \rightarrow)$.

Алфавит:

- s, s_1, s_2, \dots переменные для символьных выражений языка;
- c, c_1, c_2, \dots константы для символьных выражений языка;
- \mathbb{T} логическая константа, обозначающая оператор истинности.
- \sim, \rightarrow логические константы для отрицания и импликации.

Правила образования.

1.4. Если S есть переменная или константа для символьных выражений, то S есть S -выражение.

1.5. Если S_1 и S_2 есть S -выражение, то $(\sim S_1), (S_1 \rightarrow S_2), \mathbb{T}(S)$ есть S -выражение.

2.1.⁺ Если S есть S -выражение, то $\mathbb{T}(S)$ есть Т-ф.

2.2.⁺ Если P_1, P_2 есть Т-ф., то $(\sim P_1), (P_1 \rightarrow P_2), (\mathbb{T}P_1)$ и $(P_1 \supset P_2)$ есть Т-ф.

3.⁺ Ничто иное не является S -выражением и Т-ф.

Метапеременные: P, P_1, P_2, \dots для Т-ф.

В теории $\mathbb{TFT}_4(\Sigma, \sim, \rightarrow)$ используем ряд сокращений, основанных на ранее доказанных тождествах.

D4.1.1. $F(S) =_{df} \mathbb{T}(\sim S)$ (см. **A2.1**).

D4.1.2. $\neg P =_{df} \mathbb{F}P$ (см. **A1.4.2**).

D4.1.3. $\lceil S =_{df} (\mathbb{T}(S) \wedge \neg F(S))$ (см. **D1.3.1**).

Определим импликацию \supset (которую назовем D-импликацией, так как для неё имеет место теорема дедукции):

$$\mathbf{D4.1.4.} \quad (S_1 \supset S_2) =_{df} (\ulcorner S_1 \rightarrow \urcorner S_2).$$

Схемы аксиом.

$$\mathbf{A1.1.1.} \quad (P_1 \supset (P_2 \supset P_1)).$$

$$\mathbf{A1.1.2.} \quad (P_1 \supset (P_2 \supset P_3)) \supset ((P_1 \supset P_2) \supset (P_1 \supset P_3)).$$

$$\mathbf{A1.1.3.} \quad ((\neg P_1 \supset \neg P_2) \supset (P_2 \supset P_1)).$$

$$\mathbf{A1.1.4.} \quad \top \supset P.$$

Правило вывода.

$$\frac{S_1, (S_1 \supset S_2)}{S_2} \text{ MP.}$$

Отметим, что правило удаления строгой истинности здесь является производным.

Центральная теорема:

$$\mathbf{T4.6.1.} \quad (\top S \underline{\vee} FS) \supset \ulcorner (\top S \leftrightarrow S) \urcorner.$$

$$\mathbf{T4.6.6.} \quad \neg(\top S \wedge FS) \supset \ulcorner (\top S \rightarrow S) \urcorner.$$

$$\mathbf{T4.6.7.} \quad \neg(\top S \wedge FS) \rightarrow (\top S \rightarrow S).$$

Отсюда следует, что предикат или оператор истины можно элиминировать только в области *T* и *F*, а в области *B* возможно применение правила удаления оператора истинности.

Использование символьных выражений в построении теории истины позволило построить логику с нестандартными формулами [10].

В заключение кратко скажем о некоторых особенностях построенной аксиоматической теории истины. Понятие истины в этой теории одно и не расщепляется в зависимости от уровня рассмотрения. Теория истины строится как логическая теория с операторами истинности и ложности, которые включены в язык теории и допускают итерацию. Т-эквивалентность в общем случае не имеет места, а условием её выполнения является выполнение принципа бивалентности. Отсюда следует, что понятие истины неустранимо (неэлиминируемо) из языка неклассической логики. Область определения оператора истинности в теории истины расширена на универсум символьных выражений, что увеличивает выразительные возможности языка логик, которые являются следствиями этой теории. Найдены условия применимости классической логики в философских рассуждениях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Анисов А.М.* Истина // Новая Российская энциклопедия. — М., 2009.
- [2] *Аристотель.* Категории // Сочинения. — М., 1978. — Т. 2. — С. 51—90.
- [3] *Бессонов А.В.* Истина внутри языка выразима // Язык и логическая теория. — М., 1987. — С. 54—61.
- [4] *Гильберт Д., Аккерман В.* Основы теоретической логики. — М., 1947.
- [5] *Крипке С.* Очерк теории истины // Язык, истина, существование. — Томск: Изд-во Томского ун-та, 2002. — С. 151—183.

- [6] Куайн У. Философия логики. — М., 2008.
- [7] Павлов С.А. Исчисление предикатов истинности и ложности // Логический анализ естественных языков. 2-й советско-финский коллоквиум по логике. — М., 1979. — С. 70—73.
- [8] Павлов С.А. Некоторые условия двузначности в исчислении предикатов истинности и ложности // Системные методы анализа научного знания. — М., 1986. — С. 152—154.
- [9] Павлов С.А. Логика с операторами истинности и ложности. — М., 2004.
- [10] Павлов С.А. Теория истины с оператором истины для классической сентенциальной логики и её расширение на область неправильно построенных формул // Труды членов Российского философского общества. — М., 2008. — Вып. 15. — С. 82—92.
- [11] Смальян Р. Теория формальных систем. — М., 1981.
- [12] Тарский А. Понятие истины в языках дедуктивных наук // Философия и логика Львовско-Варшавской школы. — М., 1999. — С. 19—155.
- [13] Тарский А. Семантическая концепция истины // Аналитическая философия: Становление и развитие. — М., 1998.
- [14] Чёрч А. Введение в математическую логику. — М., 1960.
- [15] Turner R. Logics of Truth // Notre Dame Journal of Formal Logic. — 1990. — Vol. 31. — N 2. — P. 308—329.
- [16] Pawlow S.A. Einige nichttraditionelle Ideen in der Logik // Philosophie und Naturwissenschaften in Vergangenheit und Gegenwart. Heft 5: Philosophische Probleme der Logik. — Berlin, 1978.
- [17] Wright G.H. von Truth-Logics // Logique et analyse. Nouvelle serie. — 1987. — Vol. 120. — P. 311—334.

BASIS STATEMENTS OF THE TRUTH THEORY WITH THE TRUTH OPERATOR

S.A. Pavlov

Department of logic
Institute of philosophy of RAS
Volkhonka Str., 14, Moscow, Russia, 119991

This paper proposes the axiomatic theory of truth with the truth operator. The truth operator is included in language of this theory that permits iteration of such operator.

Key words: truth theory, semantics, metalanguage, axiomatic, language.

ФИЛОСОФСКАЯ ЖИЗНЬ

ОБЗОР КОНФЕРЕНЦИИ «НАУКА И КВАЗИНАУЧНЫЕ ФОРМЫ КУЛЬТУРЫ»

16—17 октября 2008 года в Российском университете дружбы народов (РУДН) состоялась конференция «Наука и квазинаучные формы культуры», организованная кафедрой онтологии и теории познания РУДН при поддержке Института философии РАН.

Одной из важных тенденций, характеризующей состояние современной культуры, стал всплеск иррационализма и мистики, беспрецедентные по своим масштабам нападки на рациональные формы культуры и прежде всего — на науку. Массовое, обыденное сознание, содержащее в себе пласты культуры прошлых исторических эпох, в том числе элементы магического, мифологического мироощущения, все чаще становится открытым оппонентом науки, отрицает рациональные основания познавательной деятельности. Лагерь критиков науки многолик. Наряду с фронтом антинауки, представленным различными осовремененными формами оккультизма, мифологизма, магии, колдовства, ясновидения и др., современной науке противостоит ещё и феномен квазинауки — своеобразной формы духовной деятельности, которая, с одной стороны, претендует на статус науки, познавательной деятельности, широко используя при этом научную и рационалистическую терминологию; а с другой — сознательно или бессознательно отвергает нормы, стандарты, критерии и ценности научной деятельности, пытается опровергнуть проверенные практикой законы природы. Квазинаука многоаспектна: она выступает и в форме научных фальсификаций, и в виде разного рода паранаучных построений, и в форме квазинаучных мифологий.

Организаторы конференции поставили перед собой задачу разобраться в феномене квазинауки, выявить его предпосылки в глубоких пластах культуры, эксплицировать его основания, оценить его реальные исторические перспективы, разработать методологические ориентиры для формирования в общественном сознании адекватного мировоззренческого и ценностного отношения к квазинауке.

На открытии конференции с приветственным словом выступил проректор РУДН по научной работе Н.С. Кирабаев. Он отметил актуальность и важность темы конференции, ознакомил участников конференции с основными направле-

ниями исследований трех философских школ, сложившихся в РУДН в последние десятилетия.

В пленарном докладе проф. Найдыша В.М. была представлена общая панорама тех отношений, которые складываются у современной науки с формами современного антисциентизма, прежде всего с иррационалистическими формами обыденного, массового сознания, многие из которых активно институционализируются. Особо отмечена крайне негативная роль в пропаганде и антинауки, и квазинауки средств массовой информации, а также недостаточность тех философских интерпретаций квазинауки (условно они могут быть названы — культурно-релятивистская и «естественно-научный материализм»), которые сложились к настоящему времени в литературе.

Докладчик подчеркнул, что феномен квазинауки многопланов, интересен и мало изучен. Он интересен и сам по себе, и в контексте тех философских и историко-культурных проблем, которые возникают в связи с его существованием, ролью и значением в жизни общества и человека. На этом пути должен быть прояснен целый цикл вопросов: в чём следует усматривать признаки квазинаучного творчества и каковы критерии демаркации его от других форм культуры? каковы культурные основания квазинауки? каковы те социокультурные и духовные предпосылки, которые порождают и воспроизводят квазинаучные структуры? как вообще соотносятся между собой магистральные и девиантные линии развития культуры? каковы закономерности исторической трансляции древнейших мифологических структур сознания и их подключения в «тело» современной культуры?

Главный вопрос, в котором сфокусированы основные методологические противоречия науки и паранауки — отношение к аномальным объектам. Совершенно справедливо, что учёные не могут «выдворять» из сферы познания аномальные объекты. История науки полна примеров качественных сдвигов в способах познания при попытках объяснения аномальных явлений. Учёный должен быть всегда и во всем открыт нетрадиционным идеям, образам. Но существует важное ограничение — он обязан оставаться при этом на платформе рационально-доказательного знания. Научный скептицизм должен быть конструктивным и не перерастать в мифотворчество, облачённое в одежды науки.

Анализируя те формы паранауки, которые ориентированы на сближение науки и религии, докладчик отметил, что, позволяя себя втянуть в религиозную онтологию, учёные, возможно, получая на основе (отнюдь не незаменимых) религиозно-образных ассоциаций ряд творческих импульсов, в любом случае (независимо от того, хотят они этого или нет) способствуют очередному «доказательству» доктринальных основ религиозного мировоззрения, не ориентированного на познавательное *субъект-объектное* отношение. Религия не решает познавательных проблем. У неё совсем другая сфера — гармонизация ценностных *субъект-субъектных* отношений на основании некоторой исходной мифологемы, для воспроизводства которой нет необходимости в принципе рационализма.

Вторая разновидность квазинауки — квазинаучные мифологии. Анализ квазинаучного мифотворчества показывает, что оно принципиально чуждо познавательному отношению к миру. Оно представляет собой некий вид духовного освоения

мира, в котором познавательный момент носит вторичный, антуражный характер. Деятельность субъекта здесь определяется ценностными факторами. Квазинаучное мифотворчество ищет способы мнимой гармонизации отношений субъекта и объекта через воздействие на эмоциональную сферу сознания субъекта. Оно нацелено на поддержание определённого аффективного отношения к миру через конструирование некоторых идеальных образов, в том числе с привлечением отдельных элементов научной картины мира, но только вне контекста их интерпретации.

Проф. В.М. Найдыш показал, что по крайней мере некоторая часть современных квазинаучных мифологем обнаруживает структурное и генетическое родство с жанрами фольклорного творчества, прежде всего с таким, ставшим сейчас уже достаточно редким, но весьма распространённым в России ещё в первой трети XX в., жанром устной народной несказочной прозы, как быличка. Таким образом, культуротворческие основания, целеполагающие ориентации квазинаучного мифотворчества носят не познавательный, научно-исследовательский характер, а фольклорный, образно-художественный характер.

В докладе был затронут вопрос и о возможности конструктивного влияния квазинауки на науку. История науки знает немало случаев, когда на становление научных теорий оказывали определенное воздействие художественные образы, мировоззренческие представления и идеалы, иногда даже ложные сами по себе, совершенно фантастические (религиозные или просто обыденные) представления и многое другое. Не является исключением в этом отношении и квазинаучное творчество. Влияние квазинаучного творчества на развитие науки осуществляется в общем токе тех *ассоциативных* воздействий, которые порождаются всем социально-культурным фоном функционирования и развития научного знания.

Проф. К.Х. Делокаров (Академия госслужбы при Президенте РФ) в своём докладе «Глобализация и противоречивые тенденции в образовании и науке» обратил внимание на уроки из того затяжного кризиса, в котором находится современная отечественная социогуманитарная мысль. Отказ от диалектического материализма странным образом повлёк за собой отказ от ценностей рационального размышления. И здесь освоение достижений постнеклассической науки и ориентация на генетически общие как для естествознания, так и для гуманитарного знания критерии может сыграть важную стимулирующую роль.

В интерпретации состояния современной космологии, предложенной В.В. Казютинским (Институт философии РАН), прозвучало немало тревожных и даже драматических нот. Встреча в современной космологии квантовой механики и общей теории относительности, двух — совершенно разных по своей онтологической природе и потому не поддающихся объединению — теорий, оставляет «концептуальный зазор» для произвольных интерпретаций космологических знаний, в том числе и таких, которые выходят за границы собственно научного знания. Так создаётся почва для феномена «нелепой или иронической науки», которая не может быть достаточно обоснована и оставляет за собой право всего лишь «держаться в благоговении».

Среди докладов следует выделить те, которые, сохраняя высокий уровень академизма, представили экзистенциальный аспект проблемы квазинауки. Это сообщение Л.В. Фесенковой (Институт философии РАН) «Квазинаука как мировоззренческий феномен», в котором говорилось о неотъемлимых ценностных атрибутах и регулятивах научно-исследовательской деятельности.

Вызвал интерес доклад проф. А.Н. Павленко (Институт философии РАН), посвящённый историческим и социальным аспектам пролиферации квазинаучных взглядов в современной культуре. Докладчик обратил внимание на малоизученные эсхатологические функции научной практики и связал современное разочарование в идеалах научности именно с приостановлением действия эсхатологических ожиданий. В истории формирования теорий Коперника, Галилея, Ньютона большую роль сыграли доводы религиозного характера. Религия прямо участвовала в создании современной научной картины мира. Наука и созданная на её основе техника — светские подрядчики эсхатологического проекта Нового времени. К середине XX в. стало очевидно, что наука не в состоянии исполнить взятые на себя обязательства по осуществлению этого проекта. Результатом стало массовое разочарование в науке и поиск иных мировоззренческих идеалов: религиозных, мистических, магических, оккультных и т.д. Большое значение имеет также нарастающий разрыв между теоретическим предсказанием и экспериментальным подтверждением научной теории. По мнению проф. Павленко, вопрос о том, что является «наукой», а что «квазинаукой», может и должен решаться только сообществом экспертов — самих специалистов в соответствующих научных областях. Для философии гораздо более актуален вопрос о том, что является «философией», а что является «квазифилософией». Ведь кризис научной рациональности коснулся и философии.

Проф. М.П. Хван (РУДН) обратил внимание собравшихся на беспрецедентные изменения в современной физике, связанные с развитием теории суперструн, и призвал коллег серьёзно и последовательно развивать методологические и эвристические ресурсы синергетики, теории самоорганизации.

Проф. Е.Н. Гнатик (РУДН) познакомила участников конференции с проблемой экспансии парамедицины. Современная медицина полна парадоксов и противоречий. С одной стороны, она опирается на последние достижения молекулярной генетики, компьютерных технологий и т.п., с другой — характеризуется сохранением классических основ искусства врачевания, уходящих своими корнями в средневековье и более ранний период. Синтетический характер медицины и стремительное внедрение в неё высоких технологий создаёт предпосылки не только для позитивных, но и для негативных тенденций в ней. Растет число не только дипломированных специалистов, но и число «самодельных» целителей, псевдоучёных, спекулирующих на стремлениях людей избавиться от болезней. Парамедицина сложилась как результат пренебрежения научно обоснованными и проверенными практикой нормами и критериями медицинской деятельности. Парамедицина — одна из наиболее распространённых и в то же время наиболее опасных для человека и общества форм паранауки.

Проф. В.Д. Губин (РГГУ) в своём выступлении анализировал отношения науки и религии, подчеркнул, что далеко не все такие отношения прояснены и выявлены. Здесь открывается большое поле для философского анализа. В выступлении проф. Е.Е. Ледникова (МИТХТ) говорилось о том, что распространению антинаучных и квазинаучных форм восприятия действительности во многом способствуют недостатки российского образования. Недостатки образования порой нелегко разглядеть за многочисленными регламентирующими документами. По мнению проф. Е.Е. Ледникова, одна из главных задач борьбы со всеми формами имитации науки — повышение качества образования.

Доктор физико-математических наук В.Б. Губин (РУДН) в своём выступлении на примере синергетики показал, как совершенно определенную, достаточно узкую и по существу феноменологическую конкретно-научную программу чересчур восторженные её поклонники путём легкомысленного расширения предметной области превращают из науки в квазинауку.

Насыщенным и плодотворным оказался и второй день работы конференции. Основной темой сообщения П.Н. Барышникова (Пятигорский государственный лингвистический университет) стала малоисследованная проблема функционирования метафоры в научном дискурсе. Автор сосредоточил свое внимание на закономерностях перехода метафоры (несущей в себе эвристические функции) из сферы научного знания в область квазинауки, в её концептно-образную мифологическую составляющую. Показано, что метафора как «образная фигура когнитивной деятельности» обладает мифотворческим потенциалом, который реализуется в том числе и посредством своеобразного синтеза научных абстракций и образно-архаичных элементов.

Выступление Е.В. Робустовой (Московский городской психолого-педагогический университет) было посвящено проблеме истинности историографической репрезентации прошлого в ситуации методологического кризиса академической исторической науки. Превращение «folk-history», коммерческих исторических сочинений, вольно трактующих исторические события и даты, в явление массовой культуры актуализировало вопросы о критериях истинности отображения прошлого, об ответственности учёного за отбор и трактовку исторического материала, используемого в целях трансляции социальной памяти. Проф. С.А. Нижников подошёл к анализу квазинауки в контексте проблемы структуры сознания, соотношения в нем когнитивных, чувственно-эмоциональных и волевых моментов. Проф. В.А. Федоров остановился на проблеме исторических типов рациональности, возрастания значимости чувственно-образных моментов познания в динамике сознания. Различные аспекты проблемы «наука и квазинаука» отражены также в сообщениях проф. И.З. Налетова, доц. М.П. Матюшовой, доц. С.А. Лохова, доц. В.Б. Петрова, канд. филос. наук И.В. Дуденковой и др.

Проведённый на конференции анализ квазинаучных форм культуры показал, что феномен квазинауки имеет более глубокие корни, чем это представляется на первый взгляд. Корни квазинауки — в глубинных исторических закономерностях развития сознания, духовной культуры, среди которых — возрастание игро-

вого и личностного начала в формах человеческой активности. Кроме того, духовная культура множественна и целостна одновременно, каждый индивид является носителем не каких-то отдельных, самостоятельных фрагментов духовной культуры, а всех её компонентов, взятых в целом. В результате на процесс творчества в одной области накладывают свой отпечаток влияния других отраслей духовной культуры, в том числе и обыденного, фольклорного сознания, пластов народных верований и др.

Становится также очевидно, что квазинаука созидаётся на базе не когнитивных, а ценностных функционалов сознания. Она отражает в превращённых формах возрастание личностного начала во всех формах деятельности, непосредственно творческого характера деятельности, размывания границ между формами человеческой деятельности. В квазинауке личностная окрашенность процесса творчества оттесняет на второй план цели и результаты творчества. Цели деятельности размываются, деятельность перерождается в игру.

Одним из существенных аспектов феномена квазинауки является размывание этоса науки, её ценностно-этическая дезориентация. Наука — это не только абстрактно-познавательная активность, это — напряжённая волевая, целеустремлённая деятельность в рамках определённой системы ценностей. Деятельность, требующая сложнейшей концентрации индивидуальной и коллективной воли. Неумение или нежелание сконцентрироваться на поиске истины, стремление быстрее и более простыми путями получить ожидаемый результат и следуемые за ним награды и почести — один из истоков квазинауки.

Невозможно в одночасье исключить все квазинаучные представления из корпуса научного знания. Но можно поддерживать разумный баланс между наукой и квазинаукой. Этот баланс должен быть в пользу науки, рационального освоения мира, а не квазинауки, как сейчас это имеет место. Для этого недостаточно просто опровергать квазинаучные «утки», естествоиспытателям в союзе с философами следует вести наступательную политику. Квазинауку нужно не поощрять (в СМИ и др.), а выводить «на чистую воду».

Конференция прошла в творческой обстановке и позволила наметить новые пути и принципы исследования проблем, порождённых функционированием в современной культуре квазинаучных представлений и идей.

И.В. Дуденкова, Е.Н. Гнатик

**CONFERENCE REVIEW «SCIENCE
AND PSEUDO-SCIENTIFIC FORMS OF CULTURE»**

I.V. Dudenkova, E.N. Gnatik

ВЕСТНИК
Российского университета
дружбы народов

Научный журнал

Серия
ФИЛОСОФИЯ

2009, № 3

Зав. редакцией *Т.О. Сергеева*
Редактор *К.В. Зенкин*
Компьютерная верстка: *Е.П. Довголевская*

Адрес редакции:
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419
Тел.: 955-07-16

Адрес редакционной коллегии
серии «Философия»:
ул. Миклухо-Маклая, 10/2, Москва, Россия, 117198
Тел.: (495) 952-52-26 e-mail: kirabaev@gmail.com

Подписано в печать 30.10.2009. Формат 60×84/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. печ. л. 14,42. Тираж 500 экз. Заказ № 1152

Типография ИПК РУДН
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419, тел. 952-04-41

BULLETIN
of Peoples' Friendship
University of Russia

Scientific journal

Series
PHILOSOPHY

2009, N 3

Managing editor *T.O. Sergeeva*
Editor *K.V. Zenkin*
Computer design *E.P. Dovgolevskaya*

Address of the editorial board:
Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419
Tel. +7 (495) 955-07-16

Address of the editorial board
series «Philosophy»:
Miklukho-Maklaya str., 10/2, Moscow, Russia, 117198
Tel. +7 (495) 952-52-26
e-mail: kirabaev@gmail.com

Printing run 500 copies

Address of PFUR publishing house
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419
Tel. +7 (495) 952-04-41

ф. СП-1

ФГУП «ПОЧТА РОССИИ»

АБОНЕМЕНТ на журнал

18231

(индекс издания)

ВЕСТНИК РУДН
Серия «Философия»

Количество
комплектов:

на 2010 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

ПВ	место	литер

на журнал

18231

(индекс издания)

ВЕСТНИК РУДН
Серия «Философия»

Стои- мость	подписки	руб. ___ коп.	Количество комплектов:	
	переадресовки	руб. ___ коп.		

на 2010 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ф. СП-1

ФГУП «ПОЧТА РОССИИ»

АБОНЕМЕНТ на журнал

--

(индекс издания)

ВЕСТНИК РУДН

Серия _____

Количество
комплектов:

--

на 2010 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

ПВ	место	литер

на журнал

--

(индекс издания)

ВЕСТНИК РУДН

Серия _____

Стои- мость	подписки	_____ руб. _____ коп.	Количество комплектов:	
	переадресовки	_____ руб. _____ коп.		

на 2010 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ
