



ISSN 1560-7488

ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

2
(112)



2026

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ И ПРАВА**

ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

**НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
ПО ФИЛОСОФИИ, МЕТОДОЛОГИИ И ЛОГИКЕ
ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**№ 2 ВЫХОДИТ С АВГУСТА 1995 ГОДА 2026
(112)**

**НОВОСИБИРСК
2026**

Всероссийский научный журнал «Философия науки»

Учредители: Сибирское отделение РАН,
Институт философии и права СО РАН

Издается с 1995 г.



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.В. Хлебалин (главный редактор)
А.Ю. Сторожук (зам. главного редактора)
А.С. Зайкова (отв. секретарь)

д.филос.н. Д.В. Винник; д.филос.н., проф. В.П. Горан; д.филос.н., проф. В.С. Диев;
акад. РАН Ю.Л. Ершов; д.мед.н., д.филос.н., проф. В.А.Карпин; д.филос.н., проф.
В.Г. Кузнецов; к.филос.н. А.А. Лазаревич (Республика Беларусь); проф. Р. Мурав-
ски (Польша); к.физ.-мат. н., д.филос.н. И.Е. Прись (Республика Беларусь);
к.филос.н., к.физ.-мат.н. В.С. Пронских; к.филос.н. А.Н. Спасков (Республика Бела-
русь); д.филос.н., проф. В.А. Суровцев; д.б.н. О.В. Трапезов; проф. А.Е. Ховланд (Нор-
вегия); д.филос.н., проф. В.В. Целищев; д.филос.н., д.физ.-мат.н. О.В. Шарыпов;
акад. РАН В.К. Шумный

Свидетельство о регистрации СМИ

ПИ № 77-12806 от 31.05.02

Выдано Министерством Российской Федерации
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Адрес редакции:

630090, Новосибирск, ул. Николаева, 8,
Институт философии и права СО РАН, к. 403

Тел. (383) 330-52-35

E-mail: phscience@mail.ru; stor71@mail.ru

Web-сайты: philosophy.nsc.ru

<http://www.sibran.ru>

elibrary.ru

© Сибирское отделение РАН, 2026

© Институт философии и права
СО РАН, 2026



Общие проблемы логики и философии науки

УДК: 167.7

DOI: 10.15372/PS20260201

EDN: TPOJFX

И.Ф. Михайлов

МЕЗОКОСМИЧЕСКИЙ ГОРИЗОНТ: ТЕРМОДИНАМИКА, КОГНИТИВНАЯ НАУКА И ФИЗИЧЕСКИЕ ОНТОЛОГИИ

В статье исследуются основания физических онтологий – систем базовых сущностей, которыми оперируют физические теории. Автор доказывает, что эти онтологии имеют два взаимосвязанных биологических основания: перцептивное (сенсорный интерфейс человека эволюционно откалиброван на «средний мир» – мезокосм в смысле К. Лоренца) и коммуникативное (естественный язык как серийная дискретизирующая система). Данный тезис рассматривается в свете информационной термодинамики (принцип Р. Ландауэра, гипотеза Дж. Уилера «It from Bit»), принципа минимизации свободной энергии К. Фристана и интерфейсной теории восприятия Д. Хоффмана, образующих взаимно когерентную теоретическую рамку. Анализируются классические и неклассические физические онтологии: показывается, что даже наиболее абстрактные теории – квантовая механика, теория относительности, струнная теория – сохраняют «родимые пятна» мезокосмического происхождения в своих вербальных концептуализациях. Особое внимание уделяется различию между математическим формализмом теории и ее вербальной онтологией как основному источнику концептуальных парадоксов при экстраполяции за пределы мезокосма. В заключение рассматривается вопрос об ИИ как познающем агенте, чья компрессия данных не воспроизводит с необходимостью мезокосмическую структуру.

Ключевые слова: физика; онтология; мезокосм; восприятие; информация; термодинамика; предиктивный процессинг; интерфейсная теория восприятия; искусственный интеллект; вербальная онтология

I.F. Mikhailov

**THE MESOCOSMIC HORIZON:
THERMODYNAMICS, COGNITIVE SCIENCE,
AND PHYSICAL ONTOLOGIES**

The paper studies the foundations of physical ontologies – systems of basic entities employed by physical theories. The author argues that these ontologies have two interrelated biological foundations: a perceptual one (the human sensory interface is evolutionarily calibrated to the “middle world” – the mesocosm in K. Lorenz’s sense) and a communicative one (natural language as a serial discretizing system). This thesis is examined in the light of information thermodynamics (R. Landauer’s principle, J. Wheeler’s “It from Bit” hypothesis), K. Friston’s free-energy principle, and D. Hoffman’s interface theory of perception, which together form a mutually coherent theoretical framework. Classical and non-classical physical ontologies are analysed: it is shown that even the most abstract theories (quantum mechanics, relativity theory, and string theory) retain “birthmarks” of mesocosmic origin in their verbal conceptualizations. Special attention is paid to the distinction between a theory’s mathematical formalism and its verbal ontology as the primary source of conceptual paradoxes when extrapolating beyond the mesocosm. The paper concludes with considering AI as a cognitive agent whose data compression does not necessarily reproduce mesocosmic structure.

Keywords: physics; ontology; mesocosm; perception; information; thermodynamics; predictive processing; interface theory of perception; artificial intelligence; verbal ontology

1. Введение: мезокосмический горизонт

Концепт «мезокосмического горизонта» восходит к Конраду Лоренцу, который в рамках эволюционной эпистемологии ввел понятие *Mesokosmos* для обозначения той области реальности, в которой протекала биологическая эволюция человека и к взаимодействию с которой приспособлены наши когнитивные механизмы [3]. Это «средний мир» – не квантовый и не космологический, мир объектов средних размеров, умеренных скоростей и доступных энергий. Именно здесь сформировались наши перцептивные категории, наши интуиции о телесности, непрерывности, причинности и движении.

В предыдущей работе автора [5] было показано, что физические онтологии – системы базовых сущностей, которыми оперируют физические теории, несут на себе отпечаток этой эволюционно обусловленной перцептивной конституции. Категории «частицы» и «волны», концепты «силы» и «поля» возникли как перцептивные метафоры, перенесенные из области непосредственного опыта в область теоретического объяснения. Волновая механика и теория относительности частично вышли за пределы интуитивной наглядности, однако, как будет показано ниже, не порвали с мезокосмическим словарем окончательно.

Настоящая статья ставит более специальный вопрос: каков механизм этой зависимости и каковы ее пределы? Предлагается рассмотреть проблему в свете двух взаимодополняющих теоретических рамок: принципа минимизации свободной энергии К. Фристонa и интерфейсной теории восприятия Д. Хоффмана, которые совместно образуют убедительное, хотя и не окончательное объяснение того, почему биологический познающий субъект с необходимостью конструирует онтологии «под себя». Связующим звеном между физикой и когнитивной наукой служит информационная термодинамика: принцип Р. Ландауэра и гипотеза Дж. Уилера «It from Bit» позволяют рассматривать само познание как термодинамически ограниченный процесс, а мезокосмический горизонт – как его неизбежное следствие.

Отдельный вопрос, затрагиваемый в заключительном разделе, касается возможного выхода за этот горизонт. Системы искусственного интеллекта, оперирующие данными без обязательной привязки к чувственному опыту и без нужды давать им «физический смысл» в мезокосмическом словаре, представляют собой принципиально иной тип познающего агента. Их онтологические артефакты, если таковые возникнут, будут иметь другое происхождение, что само по себе является эмпирически проверяемым предсказанием предлагаемой концепции.

Методологическая установка статьи – абдуктивная: не претендуя на доказательство, автор указывает на концептуальную когерентность между современной физикой, информационной термодинамикой и когнитивной наукой, полагая эту когерентность достаточным основанием для серьезного рассмотрения выдвигаемых гипотез.

2. Теория и онтология: необходимое различие

Прежде чем перейти к анализу физических онтологий, необходимо зафиксировать различие, которое в методологических дискуссиях нередко остается имплицитным, хотя именно от него зависит корректность всего последующего аргумента. Речь идет о различии между физической теорией в строгом смысле, т.е. ее математическим формализмом, и онтологией, которую принято с этой теорией ассоциировать.

Физическая теория в своем ядре есть математическая структура – система уравнений, операторов, симметрий и правил соответствия, связывающих теоретические величины с результатами измерений. Как таковая она обладает точностью, внутренней непротиворечивостью и предсказательной силой, не зависящей от того, каким онтологическим содержанием мы ее наполняем. Уравнения Максвелла одинаково работают независимо от того, постулируем ли мы эфир в качестве их субстрата или нет. Математический аппарат квантовой механики исправно дает верные предсказания вне зависимости от того, придерживается ли физик копенгагенской, многомировой или какой-либо иной интерпретации. В информационных терминах математический формализм обладает высокой шенноновской эффективностью: его утверждения несут максимум информации при минимуме избыточности, а границы его применимости определяются условиями верификации, а не семантикой имен переменных.

Онтология – это нечто иное. Это совокупность вербальных утверждений о том, что именно описывает формализм: какие сущности существуют, каковы их свойства и каковы отношения между ними. Онтология отвечает на вопрос о «физическом смысле» теории, и именно здесь в игру вступает естественный язык со всем грузом своих мезокосмических ассоциаций. Когда физик говорит, что фотон «является» частицей, или что пространство-время «искривляется», или что волновая функция «коллапсирует», он использует слова, семантические поля которых сформированы опытом взаимодействия с объектами среднего масштаба, и этот опыт неизбежно привносится в теоретическое описание независимо от намерений говорящего.

Фрэнсис Бэкон в «Новом Органоне» описал этот источник заблуждений под именем «идолов рынка» (*idola fori*) – искажений,

возникающих вследствие некритического использования слов обобщенного языка в научном контексте [1]. Бэкон замечал, что слова, изначально приспособленные для нужд повседневного общения, навязывают мышлению свои категориальные членения, препятствуя точному познанию. Современная когнитивная наука позволяет уточнить этот диагноз: идолы рынка суть не просто риторические привычки, но следствие глубоких структурных свойств естественного языка как коммуникативной системы, сформировавшейся в условиях мезокосма и оптимизированной для нужд взаимодействия внутри него.

Различие между формализмом и онтологией имеет измеримые последствия для эффективности теорий. История физики знает случаи, когда смена онтологии при неизменном математическом содержании открывала новые теоретические возможности, и обратные случаи, когда онтологическая концептуализация направляла исследование по тупиковому пути. Переход от геоцентрической онтологии к гелиоцентрической при вычислительно эквивалентных в первом приближении формализмах радикально упростил математическое описание и открыл путь к ньютоновской механике. Онтология эфира, напротив, порождала нарастающий каскад вспомогательных гипотез, не изменяя предсказательного содержания электродинамики, но усложняя теоретический аппарат и затрудняя концептуальный прогресс.

Таким образом, вопрос об онтологиях физики – не чисто философский вопрос о «природе реальности», безразличный к научной практике. Это вопрос о том, насколько эффективен концептуальный инструментарий теории и насколько он соответствует той области реальности, для описания которой предназначен. Именно в этом смысле мезокосмическое происхождение физических онтологий – тема, имеющая прямое отношение к методологии науки.

3. Классическая физика: механизм онтологического переноса

Классическая физика строила свои объяснительные модели в пространстве, которое можно назвать онтологически двойственным. С одной стороны, она стремилась к математической строгости и предсказательной точности, с другой – нуждалась в том, чтобы пере-

менные уравнений были интерпретированы, т.е. наделены референтами, узнаваемыми для познающего субъекта. Эта нужда в интерпретации и открывала дверь для мезокосмических концептуализаций.

Механизм переноса можно описать следующим образом. Физик наблюдает некоторое явление: падение тел, распространение света, взаимодействие заряженных предметов. Для объяснения явления вводится объяснительная сущность, призванная быть его причиной. Эта сущность неизбежно концептуализируется по образцу уже известных объектов мезокосмического опыта – не потому, что физик наивен, а потому, что мезокосмический словарь является единственным доступным языком онтологических описаний. Так возникает то, что в предыдущей работе автора было названо «сенсуальной метафорой»: теоретическая сущность мыслится по аналогии с наблюдаемым объектом, наследуя часть его свойств.

Важно подчеркнуть, что речь идет именно о концептуализации, а не о перцепции как таковой. Перцептивный опыт сам по себе континуален и не предъявляет нам дискретных сущностей: мы не видим «частиц красного» и не осязаем «силовых линий». Дискретизация происходит на уровне категориального оформления опыта в понятия естественного языка. Именно язык, наделяя математическую переменную именем («частица», «волна», «поле»), привносит в формализм ту семантическую нагрузку, которая в дальнейшем может вступить в конфликт с математическим содержанием теории.

Ньютоновская механика дает здесь показательные примеры. «Тело» как онтологическая единица механики унаследовало от обыденного опыта свойства локализованности, непроницаемости и инертности – свойства, которые в пределах мезокосмических масштабов образуют связный кластер, но при экстраполяции в область малых масштабов или высоких скоростей начинают расходиться. «Сила» концептуализировалась по образцу мышечного усилия – телесного переживания, непосредственно данного в проприоцепции, что придавало ей интуитивную понятность, но одновременно затрудняло переход к концепции поля как распределенного взаимодействия. Не случайно Фарадей и Максвелл, вводя поле как базовую онтологическую единицу, первоначально прибегали к механическим моделям – вихрям, трубкам, шарикоподшипникам в упругой среде, пре-

красно понимая их условность, но нуждаясь в них, чтобы придать математическим структурам «физический смысл», т.е. укоренить их в мезокосмически узнаваемых образах.

Наиболее показательна в этом отношении история эфира. Волновая оптика требовала среды-носителя: мезокосмическая интуиция не допускала волны без субстрата, опыт волн на воде и звука в воздухе делал эту интуицию почти неодолимой. Математически уравнения Максвелла не предполагали эфира с необходимостью – они описывали распространение электромагнитного поля в вакууме вполне корректно. Однако концептуализация этих уравнений через мезокосмическую метафору «волны в среде» порождала онтологическое обязательство, от которого физика освободилась лишь ценой значительных усилий, включая эксперимент Майкельсона – Морли и специальную теорию относительности Эйнштейна. Примечательно, что сам Эйнштейн в берлинской лекции 1920 г. специально проследил интеллектуальную генеалогию эфира, показав, как цепочка вполне естественных сенсуальных ассоциаций привела к постулированию этой «таинственной среды» [7].

Здесь уместно сделать методологическое замечание, существенное для всего дальнейшего изложения. Перцептивное происхождение онтологической метафоры не делает ее ложной и не обесценивает теорию. Концепт «тела» работал (и продолжает работать) с замечательной точностью в пределах мезокосмических масштабов. Вопрос не в истинности или ложности этих онтологий¹, а в их области применимости и в тех концептуальных затруднениях, которые возникают при попытке экстраполировать их за пределы мезокосма. Именно там – в квантовой механике, в релятивистской физике, в физике экстремальных состояний проявляется мезокосмический горизонт, а именно граница, за которой привычные онтологические категории начинают порождать парадоксы не потому, что реальность противоречива, а потому, что наш концептуальный инструментарий был создан для другого масштаба.

¹ Как было показано в [4], онтологии, в отличие от собственно теорий, не могут корректно оцениваться на истинность/ложность.

4. Два основания мезокосмических онтологий

Если в предыдущем разделе описывался механизм онтологического переноса – как объяснительная сущность концептуализируется по образцу уже известного, то здесь необходимо ответить на вопрос более глубокий: почему этот перенос неизбежен? Ответ, как представляется, имеет два взаимосвязанных, но различных основания: перцептивное и коммуникативное.

4.1. Перцептивное основание. Первое основание связано с биологической конституцией познающего субъекта. Человек как вид сформировался в условиях мезокосма – области реальности, характеризующейся средними масштабами пространства и времени, умеренными скоростями и энергиями, макроскопической стабильностью объектов. Конрад Лоренц, вводя понятие *Mesokosmos*, подчеркивал, что наши когнитивные механизмы представляют собой результат эволюционной адаптации именно к этой области, а не к реальности как таковой [3]. Наши перцептивные системы – зрение, осязание, проприоцепция – калиброваны на объекты и процессы мезокосмического диапазона, за его пределами они либо не работают вовсе, либо дают систематически искаженную картину.

Этот эволюционный факт получает в современной когнитивной науке механистическое объяснение через принцип минимизации свободной энергии, разработанный Карлом Фристоном [8; 9]. Согласно этому принципу, биологический агент существует постольку, поскольку способен удерживать себя в статистически предсказуемых состояниях, минимизируя «сюрприз» – расхождение между ожидаемыми и фактическими сенсорными сигналами. Восприятие в этой модели есть не пассивное отражение реальности, а активный процесс построения и уточнения внутренних генеративных моделей, оптимизированных не на истину, а на предсказательную эффективность в условиях данной среды обитания. Существенно, что обрабатывается лишь та часть сенсорного потока, которая не поглощена моделью: предсказуемый сигнал несет нулевую шенноновскую информацию и не требует обработки. Мозг является, таким образом, устройством сжатия данных, работающим под термодинамическим давлением: полное «знание» реальности во всей ее микрофизической

сложности потребовало бы бесконечных вычислительных ресурсов и привело бы к немедленному коллапсу биологической системы.

Дональд Хоффман математически радикализировал этот вывод, показав с помощью методов эволюционной теории игр, что вероятность того, что естественный отбор сформирует восприятие, верно отображающее структуру реальности, стремится к нулю [11; 12]. Его интерфейсная теория восприятия описывает воспринимаемые объекты не как фрагменты реальности, а как «иконки» адаптивного интерфейса: они несут информацию о приспособительной ценности взаимодействий, но скрывают лежащую в их основе физическую сложность. Хоффман распространяет этот вывод на физические концепты пространства и времени, рассматривая их как элементы интерфейса, а не структуры реальности как таковой [10]. Тезис сильный, и его следует принимать с соответствующей осторожностью: речь идет о правдоподобной теоретической позиции, подкрепленной математическими моделями, но не о доказанном факте. В этом смысле перцептивное основание мезокосмических онтологий носит не случайный, а принципиальный характер: оно встроено в саму биологическую архитектуру познания.

4.2. Коммуникативное основание. Второе основание менее очевидно, но не менее фундаментально. Даже если допустить, что перцептивный опыт отдельного субъекта богаче и континуальнее, чем позволяют мезокосмические категории, на пути его превращения в разделяемое научное знание стоит двойное «узкое горлышко», обусловленное серийной природой человеческой коммуникации.

Первое «горлышко» – физиологическое. Мозг обрабатывает информацию в режиме высокопараллельных, континуальных, многомерных процессов. Его выходной канал в коммуникацию – вокальный аппарат (гортань, голосовые связки, артикуляционный тракт) представляет собой принципиально низкочастотное устройство, способное производить лишь линейную последовательность дискретных звуковых единиц. Это анатомическое ограничение задает первичное квантование: непрерывный поток нейронных состояний вынужден быть перекодирован в серийный сигнал, теряя при этом значительную долю своей исходной «плотности».

Второе «горлышко» – информационное, и оно обусловлено первым. Для того чтобы серийно производимые звуки, а впоследствии письменные символы могли надежно передавать смысл через зашумленный канал социальной коммуникации, они должны быть максимально различимыми и легко опознаваемыми, т.е. обладать высокой шенноновской эффективностью при минимальной энтропии отдельного символа. Алан Тьюринг в 1936 г., размышляя об основаниях вычислимости, сформулировал аналогичный аргумент применительно к машинным вычислениям: алфавит машины должен быть конечным, поскольку распознавание бесконечно малых различий превышает возможности любого конечного распознающего устройства [15]. Человеческий слух – такое же конечное распознающее устройство, и естественные языки эволюционировали с учетом этого ограничения.

Следствием этого «двойного горлышка» является то, что концептуальные единицы, в которых формулируется и передается научное знание, неизбежно дискретны, категориальны и конечны по числу базовых различий. Когда физик вводит понятие «тела», «волны» или «поля», он не просто описывает воспринятое – он производит акт коммуникативной дискретизации: выбирает из континуума возможных концептуализаций ту, которая допускает надежную трансляцию через языковой канал. Онтологическая единица физической теории есть, таким образом, одновременно перцептивная метафора и коммуникативный атом.

Два основания взаимодействуют и усиливают друг друга. Перцептивное основание поставляет исходный материал – мезокосмически откалиброванные образы и категории; коммуникативное основание отбирает из них те, что поддаются надежной сериализации и воспроизведению. Физические онтологии, которые мы наследуем из истории науки, прошли, таким образом, двойную селекцию: они биологически удобны и лингвистически трансляционно устойчивы. Это объясняет их замечательную живучесть и одновременно их принципиальную ограниченность как инструментов познания за пределами мезокосма.

5. Неклассические физики: абстракция и сохраняющиеся «родимые пятна»

Переход от классической физики к неклассической часто описывается как радикальный разрыв с наглядностью и здравым смыслом. Квантовая механика, специальная и общая теории относительности, квантовая теория поля – все они потребовали отказа от ряда мезокосмических интуиций: абсолютного времени, траектории частицы, независимости наблюдателя от наблюдаемого. В этом смысле неклассическая физика действительно вышла за пределы мезокосмического горизонта – математически. Однако на уровне онтологических концептуализаций, т.е. на уровне того языка, которым физики описывают, что именно делают их уравнения, мезокосмические «родимые пятна» сохраняются, и их сохранение имеет не случайный, а структурный характер.

5.1. Квантовая механика: дуализм как концептуальный артефакт. Квантово-механический формализм – уравнение Шрёдингера, аппарат гильбертова пространства, борновское правило – математически единообразен и внутренне непротиворечив. Волновая функция является в нем единым математическим объектом, не распадающимся на «волновую» и «корпускулярную» составляющие. Корпускулярно-волновой дуализм – не теорема и не аксиома квантовой механики, это интерпретативный слой, наложенный на формализм извне. Его происхождение – в попытке описать поведение квантовых объектов через два мезокосмических концепта, каждый из которых по отдельности хорошо знаком из повседневного опыта: дискретный локализованный предмет и непрерывное распространяющееся возмущение среды. Парадоксальность дуализма – не свойство реальности и не свойство математики, это свойство концептуального инструментария, примененного за пределами области его применимости.

История интерпретаций квантовой механики – копенгагенской, многомировой, де-бройлевской механики пилотной волны и др. – в значительной мере представляет собой историю попыток выбрать наименее парадоксальную мезокосмическую онтологию для математически нейтрального формализма. Ни одна из этих интерпретаций не получила консенсусного принятия: каждая устраняет одни кон-

цептуальные затруднения, порождая другие, что само по себе свидетельствует о неадекватности мезокосмического словаря задаче, которую он призван решить.

Онтологический статус волновой функции остается предметом активной дискуссии. В недавней работе К.С. Унникришнана показано, что стандартные аксиомы квантовой теории не предполагают с необходимостью никакой конкретной онтологии волновой функции в пространстве-времени: математический формализм функционирует независимо от того, приписываем ли мы волновой функции статус физически реального объекта или нет [16]. Этот вывод когерентен нашему тезису: там, где математика молчит об онтологии, концептуализация вынуждена обращаться к мезокосмическому словарю, и с неизбежными парадоксами в качестве платы.

5.2. Теория относительности: новая онтология или переупакованная старая? Специальная теория относительности ликвидировала эфир и объединила пространство и время в единый четырехмерный континуум. Это был подлинный онтологический сдвиг, математически вынужденный и концептуально радикальный. Однако концептуализация релятивистского пространства-времени немедленно породила новый мезокосмический образ – «ткань пространства-времени», способную искривляться, растягиваться и «рябить» в виде гравитационных волн. Д. Хоффман прямо указывает, что пространство-время в этом прочтении есть элемент адаптивного интерфейса, а не структура реальности как таковой [10]. Математически риманова геометрия не требует «ткани», это онтологическая метафора, апеллирующая к тактильному и визуальному опыту упругих поверхностей.

Общая теория относительности сделала шаг к большей абстракции, однако и она не избежала концептуализации через мезокосмически узнаваемые образы. «Кривизна», «геодезическая», «горизонт событий» все эти термины несут в себе геометрическую наглядность, укорененную в опыте трехмерного пространства. Когда физики говорят, что массивное тело «искривляет» пространство-время, они используют метафору деформации упругого тела – метафору, физически некорректную, но коммуникативно необходимую.

5.3. Струнная теория и петлевая квантовая гравитация. Наиболее показательны в контексте нашего тезиса теории, претен-

дующие на описание реальности за пределами всех известных экспериментальных данных, прежде всего струнная теория и петлевая квантовая гравитация. Здесь, где математика в наименьшей степени ограничена эмпирическими требованиями, выбор онтологических концептов обнаруживает свою относительную свободу и вместе с тем свою зависимость от мезокосмического словаря.

Струнная теория постулирует в качестве базовой онтологической единицы одномерный протяженный объект – «струну», совершающую колебания в многомерном пространстве. Математически теория допускала бы и иные геометрические объекты в качестве фундаментальных; выбор именно одномерного протяженного объекта отражает интуицию, согласно которой «что-то должно колебаться», интуицию, восходящую к акустическому и тактильному опыту натянутой нити. Существенно, что развитие этой теории в направлении М-теории потребовало введения бранных объектов различных размерностей, частично растворив исходную «струнную» метафору в более абстрактных структурах. Это движение от конкретной мезокосмической метафоры к более абстрактному математическому объекту прослеживается как тенденция, хотя и не завершенная.

Петлевая квантовая гравитация строит пространство-время из дискретных «петель» и «спиновых сетей» – топологических структур, визуализируемых как графы с узлами и ребрами. Здесь перцептивная метафора иного рода: не протяженный объект, а пространственная решетка, апеллирующая к интуиции дискретной «ткани». Выбор петлевого представления в противовес алгебраическим или иным формулировкам той же физики влиял на то, какие проблемы казались центральными и в каком направлении развивалась теория, что является примером того, как онтологическая концептуализация, не будучи математически вынужденной, тем не менее оказывает реальное воздействие на теоретический прогресс.

5.4. Абстракция как незавершенный выход. Общая картина такова. Неклассическая физика совершила подлинное движение в сторону абстракции: она отказалась от ряда конкретных мезокосмических онтологий и заменила их математическими структурами с менее очевидной перцептивной нагрузкой. Однако это движение остается незавершенным по структурным причинам, описанным

в предыдущем разделе. Физик – биологический агент с мезокосмически откалиброванным восприятием, вынужденный транслировать свое знание через низкополосный канал естественного языка, задающий структуру и пределы того, что мы называем «пониманием». До тех пор пока эти условия сохраняются, онтологические концептуализации будут тяготеть к мезокосмическому словарю – не в силу наивности, а в силу архитектурных ограничений самого познающего субъекта.

6. Информационно-термодинамический фундамент мезокосмического горизонта

До сих пор аргумент развивался преимущественно на концептуальном уровне. Однако тезис о принципиальной ограниченности мезокосмических онтологий может быть подкреплен более строгим образом – через результаты информационной термодинамики, устанавливающие физические границы любого познавательного процесса. Речь идет не о редукции эпистемологии к физике, но о когерентности: физические и когнитивные ограничения описывают один и тот же феномен на разных уровнях анализа.

6.1. Энтропия Больцмана, энтропия Шеннона и принцип Ландауэра. Отправной точкой для понимания физических оснований познавательных ограничений служит замечательное формальное сходство между двумя формулами, возникшими в совершенно различных контекстах. Термодинамическая энтропия Больцмана $S = k \ln W$, где W – число микросостояний системы, и информационная энтропия Шеннона $H = -\sum p_i \log p_i$ имеют одинаковую математическую структуру. Это сходство не случайно: как детально показывает В.А. Зорич, шенноновская энтропия представляет собой по существу удельную, т.е. отнесенную к одному сообщению или одной частице, энтропию Больцмана [2]. Клод Шеннон, по свидетельству современников, принял термин «энтропия» по совету Джона фон Неймана, прозорливо ощутившего глубинное единство физического хаоса и информационной неопределенности.

Это единство имеет прямые следствия для теории познания. Если информационная энтропия и термодинамическая энтропия суть про-

явления одной и той же физической величины, то процесс получения знания о системе – уменьшение информационной неопределенности – неизбежно сопровождается ростом физической энтропии где-либо еще. Данный вывод был строго обоснован Рольфом Ландауэром в 1961 г.: логически необратимые операции над информацией, в частности стирание одного бита, неизбежно сопровождаются выделением тепла в количестве не менее $kT \ln 2$, где T – температура среды [14]. Следует обратить внимание, что в этой формуле фигурирует натуральный логарифм – мера, естественная для непрерывных физических процессов, тогда как шенноновский бит использует двоичный логарифм. Переход от натов к битам через коэффициент $\ln 2$ есть не просто смена единиц измерения, но знак более глубокого различия: между континуальной природой физических процессов и дискретной структурой тех концептуальных единиц, в которых человек их описывает. К этому различию мы вернемся в следующем разделе.

Для биологической системы принцип Ландауэра означает принципиальный предел детализации: бесконечно подробное «знание» реальности во всей ее микрофизической сложности потребовало бы бесконечных энергетических ресурсов. Мезокосмический горизонт есть, таким образом, термодинамически вынужденная граница – обусловленная не только случайными эволюционными ограничениями, но и фундаментальными законами физики.

6.2. «It from Bit» и онтологический статус информации. Джон Уилер сформулировал радикальную гипотезу, согласно которой физические объекты порождаются ответами на бинарные вопросы, – «*It from Bit*»: физический мир в своей основе является информационным по природе [17]. Эта гипотеза, разделяемая в различных версиях рядом современных физиков и философов физики, переворачивает привычный порядок: не информация описывает физические объекты, а физические объекты суть устойчивые паттерны информационных взаимодействий.

Для нашего тезиса эта гипотеза, рассматриваемая здесь исключительно эпистемологически, важна в следующем отношении. Если воспринимаемые нами «объекты» – тела, волны, поля – суть продукты нашего сложного информационного взаимодействия со сре-

дой, а не субстанциальные обитатели независимой реальности, то мезокосмические онтологии оказываются адаптивными компрессиями информационного потока, оптимизированными под биологического агента определенного масштаба. Здесь уместна эпистемологическая оговорка в духе юмовского скептицизма: мы не утверждаем, какова реальность «сама по себе», а лишь констатируем, что воспринимаемые объекты суть продукты взаимодействия, а не готовые данности.

6.3. Предиктивный процессинг и интерфейсная теория восприятия в термодинамическом контексте. Рассмотренные выше результаты – тождество энтропий Больцмана и Шеннона, принцип Ландауэра, гипотеза Уилера – получают дополнительное подкрепление со стороны когнитивной науки, если рассмотреть теории Фристона и Хоффмана именно в термодинамическом ключе. Принцип минимизации свободной энергии описывает биологического агента как физическую систему, вынужденную под термодинамическим давлением поддерживать низкоэнтропийные внутренние состояния, и именно это давление, а не случайные особенности эволюции делает мезокосмическую калибровку восприятия структурно неизбежной [8]. Интерфейсная теория восприятия математически конкретизирует этот вывод: адаптивный интерфейс есть оптимальная компрессия информационного потока под заданные термодинамические ограничения, а не приближение к истине [11]. Совокупность всех четырех результатов образует взаимно когерентную рамку, в которой мезокосмический горизонт предстает не как биологическая случайность, а как термодинамически вынужденная структурная черта любого конечного познающего агента.

7. Вербальная онтология и математический формализм: проблема концептуального квантования

Физическая теория существует на двух уровнях, которые не всегда различаются с достаточной четкостью. Первый – математический формализм: система уравнений, операторов, симметрий, задающая точные количественные соотношения между наблюдаемыми величинами. Второй – онтологическая интерпретация: совокупность вер-

бальных утверждений о том, что именно описывает формализм, какие сущности за ним стоят и каков их «физический смысл». Математический формализм в своей области действия точен и в шенноновском смысле высокоэффективен. Вербальная онтология, напротив, оперирует единицами естественного языка, несущими весь груз мезокосмических ассоциаций. Когда физик говорит, что электрон «является» частицей или «ведет себя как» волна, он неизбежно активирует семантические поля этих слов – поля, сформированные мезокосмическим опытом. Парадоксы, возникающие при такой концептуализации, суть не противоречия в природе вещей, а артефакты несоответствия между высокоточным формализмом и вербальным инструментарием, не предназначенным для описания объектов за пределами мезокосма.

Здесь уместно вернуться к различию между натуральным и двоичным логарифмами, намеченному в предыдущем разделе. Физические процессы – термодинамические, квантовые, гравитационные – описываются формализмом, естественной мерой которого является натуральный логарифм: именно $\ln$ фигурирует в формулах Больцмана, Ландауэра, в уравнении Шрёдингера. Этот выбор отражает непрерывную, континуальную природу описываемых процессов. Когда же физик переходит от формализма к вербальной онтологии – к описанию того, что «происходит», в терминах частиц, волн, полей, он совершает акт концептуального квантования: континуум возможных состояний разбивается на дискретные категории, каждая из которых получает имя. Этот переход структурно аналогичен смене логарифма с натурального на двоичный: не просто изменение масштаба, но переход от описания непрерывного распределения к описанию дискретных альтернатив – в этом и видится подлинный смысл радикальной гипотезы Уилера. Шенноновский бит – это единица именно такого дискретного описания, и не случайно теория информации в ее инженерном воплощении работает с $\log_2$: она изначально создавалась для передачи дискретных сообщений через конечный алфавит.

Важно подчеркнуть, что это квантование не является ошибкой или упрощением в пренебрежительном смысле, оно неизбежно при передаче знания через коммуникативный канал, описанный в разде-

ле 4. Проблема возникает не там, где вербальные категории применяются к явлениям мезокосмического масштаба, для которых они исторически сложились, а там, где они экстраполируются на области реальности, структура которых принципиально иная, будь то дискретность иного рода, чем мезокосмическая счетность предметов, или континуальность иного рода, чем плавность воспринимаемого движения. Квантование энергии в микромире – не та же дискретность, что дискретность яблок в корзине; волновая функция – не та же континуальность, что гладкость поверхности стола. Именно это несовпадение типов (а не просто масштабов) делает мезокосмический словарь неадекватным инструментом для онтологической интерпретации неклассических теорий. Зазор между натуральным логарифмом физики и двоичным логарифмом вербальных категорий отражает не различие континуального и дискретного как таковых, а различие между математическим описанием структуры реальности и ее концептуализацией через категории, оптимизированные для совершенно иной задачи.

Это различие имеет прямое следствие для вопроса об искусственном интеллекте как познающем агенте: система, не связанная обязательством давать «физический смысл» в мезокосмическом словаре и способная оперировать непосредственно с континуальными представлениями, принципиально свободна от этого класса концептуальных затруднений.

8. Искусственный интеллект за мезокосмическим горизонтом?

Вопрос об искусственном интеллекте как познающем агенте возникает в контексте нашего аргумента естественно и с определенной неизбежностью. Если мезокосмический горизонт есть структурное следствие биологической архитектуры познания – перцептивной калибровки на средний мир и коммуникативного «горлышка» естественного языка, то система, лишенная этих архитектурных черт, должна была бы порождать иные онтологические артефакты. Не обязательно более «истинные» в каком-либо абсолютном метафизическом смысле, но иные по происхождению и, возможно, более эф-

фективные в областях, где мезокосмические категории порождают парадоксы. Это рассуждение также носит абдуктивный характер: утверждается не то, что ИИ «видит реальность как она есть», но указывается на структурную асимметрию между биологическим и искусственным познающими агентами, потенциально имеющую важные эпистемологические последствия.

8.1. Отсутствие перцептивных обязательств. Биологический агент приходит к физике с готовым перцептивным интерфейсом – эволюционно отобранным набором категорий, оптимизированных для мезокосмического взаимодействия. Этот интерфейс предрасполагает к определенным онтологическим концептуализациям и делает другие когнитивно труднодостижимыми. Современные системы машинного обучения, оперирующие с физическими данными, не имеют этого перцептивного багажа в его биологическом смысле. Их «априорные ожидания» формируются архитектурой сети и обучающей выборкой, а не эволюционной историей вида. Это не означает, что они свободны от любых предубеждений: архитектурные решения и состав обучающих данных задают собственные смещения. Однако эти смещения имеют принципиально иное происхождение и не воспроизводят с необходимостью мезокосмическую структуру.

Существенная оговорка состоит в следующем. Современные большие языковые модели обучены преимущественно на текстах естественного языка, т.е. на материале, уже прошедшем через двойное коммуникативное «горлышко», описанное в разделе 4. В этом смысле они частично наследуют мезокосмические концептуализации через корпус. Однако это артефакт конкретного выбора датасетов, а не принципиальное ограничение. ИИ-системы, обучаемые непосредственно на физических данных (на показаниях приборов, результатах симуляций, массивах экспериментальных измерений), не связаны этим наследованием.

8.2. Иная компрессия, иные артефакты. Ключевой тезис состоит не в том, что ИИ способен «обойти» термодинамические ограничения познания, – принцип Ландауэра универсален. Тезис состоит в том, что форма компрессии, которую применяет ИИ-система, не обязана воспроизводить структуру чувственного опыта. Когда биологический агент сжимает информацию о взаимодействии с физической средой, он делает это через генеративные модели, сформи-

рованные эволюцией в мезокосме. Когда система машинного обучения сжимает информацию о той же среде, она строит латентные представления, оптимизированные под статистику обучающих данных и архитектурные ограничения. Эти представления могут не иметь прямых коррелятов в мезокосмическом словаре, и именно поэтому они могут оказаться более адекватными для описания областей реальности, лежащих за мезокосмическим горизонтом.

Показательно в этом отношении, что нейросетевые методы в квантовой химии и физике конденсированного состояния нередко обнаруживают корреляции и паттерны, не предсказанные теоретическими онтологиями. Нейросетевые потенциалы межатомного взаимодействия, разработанные Й. Бехлером и М. Парринелло, предсказывают энергии и силы точнее классических силовых полей, однако их «понимание» взаимодействий остается непрозрачным в терминах стандартной квантовой химии [6]. Аналогичная ситуация складывается с архитектурой AlphaFold2 в задаче предсказания структуры белка: латентные представления, обеспечивающие замечательную предсказательную точность, несводимы к стандартным биохимическим онтологиям, а интерпретируемость этих представлений остается открытой проблемой [13].

8.3. Физический смысл без мезокосмического словаря. Традиционное требование «физического смысла» – укорененности теоретических конструкторов в мезокосмически узнаваемых образах – выполняло двойную функцию. С одной стороны, оно служило эвристическим инструментом: наглядная модель помогала физiku ориентироваться в математическом пространстве теории. С другой стороны, оно было коммуникативным требованием: теория должна была быть объяснима для коллег через разделяемый словарь, каковым является мезокосмический язык. ИИ-система в принципе свободна от второго из этих требований, если только она не обязана отчитываться перед людьми в терминах, понятных людям. Ее «понимание» физической теории не нуждается в онтологической интерпретации через мезокосмические образы, и именно этот слой является, как было показано выше, основным источником концептуальных парадоксов при экстраполяции за пределы мезокосма.

Здесь уместна аналогия, которую следует принимать осторожно. Архитектурно современные нейронные сети являются дискретными

вычислительными системами². Однако вычислительно они оперируют с непрерывными распределениями вероятностей, градиентами и латентными пространствами высокой размерности, которые по своей природе ближе к континуальным математическим структурам, нежели к дискретным символьным операциям классических систем ИИ. Символьные системы классического ИИ воспроизводили дискретность тьюринговской парадигмы – и с ней часть онтологических обязательств мезокосмического происхождения, поскольку программировались людьми. Вопрос о том, в какой мере нейросетевые архитектуры, работающие с континуальными распределениями, способны систематически выходить за мезокосмический горизонт, остается открытым, и именно как открытый он представляет наибольший исследовательский интерес.

8.4. Эмпирическое предсказание. Изложенные соображения допускают формулировку в виде проверяемого предсказания. Если мезокосмический горизонт есть структурное следствие биологической архитектуры познания, то ИИ-системы, обучаемые непосредственно на физических данных без промежуточной вербализации, должны систематически обнаруживать паттерны и строить представления, несводимые к стандартным физическим онтологиям. Более того, попытки перевести эти представления в мезокосмический словарь должны систематически порождать потери, т.е. обнаруживать, что вербальная онтология является неполным и искажающим отображением того, что «знает» система. Первые свидетельства в пользу этого предсказания уже имеются, хотя и требуют осторожности в интерпретациях.

9. Заключение: наука за горизонтом

Аргумент, развитый в настоящей статье, может быть резюмирован следующим образом. Физические онтологии имеют два взаимосвязанных основания, оба уходящих корнями в биологическую

² Это верно только до тех пор, пока они реализуются на компьютерах фон-неймановской архитектуры. Спайковые нейронные сети на нейроморфных чипах с мемристорами, возможно, реализуют гибридную континуально-дискретную архитектуру, более близкую к живому мозгу, чем классические фон-неймановские системы.

природу познающего субъекта. Первое – перцептивное: наш сенсорный интерфейс эволюционно откалиброван на мезокосм и порождает категории, оптимизированные для взаимодействия внутри него. Второе – коммуникативное: естественный язык как серийная система передачи значения через низкочастотный физиологический канал вынужден дискретизировать континуальный поток опыта в категориальные единицы, наследующие мезокосмическую семантику. Физические онтологии прошли двойную селекцию по этим основаниям: они биологически удобны и лингвистически трансляционно устойчивы.

Информационная термодинамика и современная когнитивная наука предоставляют механистическое объяснение этой зависимости. Принцип Ландауэра устанавливает, что познание есть физический процесс с термодинамической ценой; принцип минимизации свободной энергии Фристана описывает биологического агента как устройство предсказательной компрессии данных; интерфейсная теория восприятия Хоффмана математически показывает, что эволюция отбирает адаптивные, а не верифицирующие интерфейсы. Совокупность этих результатов делает мезокосмический горизонт структурной чертой биологического познания, а не случайным историческим фактом.

Методологическое следствие состоит в следующем. Различие между математическим формализмом теории и ее вербальной онтологией (которое практикующие ученые нередко оставляют имплицитным) оказывается различием между инструментом, работающим за пределами мезокосма, и инструментом, принципиально к нему привязанным. Парадоксы неклассической физики – корпускулярно-волновой дуализм, проблема измерения в квантовой механике, концептуальные затруднения квантовой гравитации – суть по большей части парадоксы вербальной онтологии, а не математического формализма.

Это наблюдение открывает вопрос об ИИ как альтернативном типе познающего агента. Системы машинного обучения, оперирующие непосредственно с физическими данными, строят компрессии, не обязанные воспроизводить структуру мезокосмического опыта. Их онтологические артефакты имеют иное происхождение. Первые свидетельства этого уже наблюдаемы: результаты, полученные нейросетевыми методами в квантовой химии и физике конденсированного состояния, нередко с трудом поддаются интерпретации в терминах

стандартных теоретических концептов. И это является именно тем типом свидетельств, который следовало бы ожидать, если предлагаемая концепция верна.

Было бы, однако, опрометчивым заключить из этого, что ИИ есть готовый инструмент выхода за мезокосмический горизонт. Символьные системы классического ИИ, будучи программируемы людьми, воспроизводили часть онтологических обязательств мезокосмического происхождения. Современные большие языковые модели частично наследуют мезокосмические концептуализации через корпус естественного языка. Вопрос о том, в какой мере нейросетевые архитектуры способны систематически выходить за этот горизонт, остается открытым, и именно как открытый он представляет наибольший исследовательский интерес.

Мезокосмический горизонт, таким образом, есть не приговор науке, но указание на ее структурные границы и на направление, в котором эти границы могут быть расширены. Физика как интеллектуальное предприятие возникла внутри этого горизонта и достигла внутри него замечательных результатов. Математика позволила ей частично заглянуть за него. Вопрос о том, какие познавательные инструменты позволят сделать следующий шаг, остается одним из наиболее глубоких вопросов современной философии науки.

Литература

1. Бэкон Ф. Новый Органон // Бэкон Ф. Сочинения: В 2 т. М.: Мысль, 1978. Т. 2. С. 5–482.
2. Зорич В.А. Энтропия в термодинамике и в теории информации. М.: МЦНМО, 2021. 11 с.
3. Лоренц К. Обратная сторона зеркала. М.: Республика, 1998. 393 с.
4. Михайлов И.Ф. Модели, доменные онтологии и схематизм понятий // «Экспедиции» в науку: Архитектоника региональных онтологий / Под ред.: Б.И. Пружинина, Т.Г. Щединой. Москва; Санкт-Петербург; Белгород: ЦГИ Принт, 2023. С. 154–171.
5. Михайлов И.Ф. Физика как когнитивная склонность: свет, пространство-время и ученые летучие мыши // Философия науки. 2025. № 4 (108). С. 97–113.
6. Behler J., Parrinello M. Generalized neural-network representation of high-dimensional potential-energy surfaces // Physical Review Letters. 2007. Vol. 98, No. 14. Art. 146401.
7. Einstein A. Äther und Relativitätstheorie. Berlin: Springer, 1920. 15 S.

8. *Friston K.* The free-energy principle: a rough guide to the brain? // *Trends in Cognitive Sciences*. 2009. Vol. 13, No. 7. P. 293–301.
9. *Friston K.J. et al.* *Active Inference: The Free Energy Principle in Mind, Brain, and Behavior*. Cambridge, MA: MIT Press, 2022. 308 p.
10. *Hoffman D.D.* *The Case Against Reality: How Evolution Hid the Truth from Our Eyes*. N.Y.: W.W. Norton, 2019. 272 p.
11. *Hoffman D.D., Prakash C.* Objects of consciousness // *Frontiers in Psychology*. 2014. Vol. 5. Art. 577.
12. *Hoffman D.D., Singh M., Prakash C.* The interface theory of perception // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2015. Vol. 22, No. 6. P. 1480–1506.
13. *Jumper J. et al.* Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold // *Nature*. 2021. Vol. 596. P. 583–589.
14. *Landauer R.* Irreversibility and heat generation in the computing process // *IBM Journal of Research and Development*. 1961. Vol. 5, No. 3. P. 183–191.
15. *Turing A.M.* On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem // *Proceedings of the London Mathematical Society*. 1936. Vol. 42. P. 230–265.
16. *Unnikrishnan C.S.* Information versus physicality: on the nature of the wave-functions of quantum mechanics // *Academia Quantum*. 2025. Vol. 2, No. 2. P. 1–7.
17. *Wheeler J.A.* *Information, physics, quantum: The search for links // Complexity, Entropy, and the Physics of Information*. Redwood City: Addison-Wesley, 1990. P. 309–336.

References

1. *Bacon, F.* (1978). *New Organon*. In: *F. Bacon Works: In 2 vols., Vol. 2*. Moscow, Mysl Publ., 5–482. (In Russ.).
2. *Zorich, V.A.* (2021). *Entropy in Thermodynamics and Information Theory*. Moscow, Moscow Center for Continuous Mathematical Education, 11. (In Russ.).
3. *Lorenz, K.* (1998). *The Other Side of the Mirror*. Moscow, Respublika Publ., 393. (In Russ.).
4. *Mikhailov, I.F.* (2023). Models, domain ontologies and the schematism of concepts. In: *B.I. Pruzhinin & T.G. Shchedrina (Eds.). "Expeditions" into Science: The Architectonics of Regional Ontologies*. Moscow, St. Petersburg & Belgorod, TsGI Print, 154–171. (In Russ.).
5. *Mikhailov, I.F.* (2025). Physics as a cognitive bias: light, spacetime and bats the scientists. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 4 (108), 97–113. (In Russ.).
6. *Behler, J. & M. Parrinello.* (2007). Generalized neural-network representation of high-dimensional potential-energy surfaces. *Physical Review Letters*, Vol. 98, No. 14, Art. 146401.
7. *Einstein, A.* (1920). *Äther und Relativitätstheorie*. Berlin, Springer. 15.
8. *Friston, K.* (2009). The free-energy principle: a rough guide to the brain? *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 13, No. 7, 293–301.

9. *Friston, K.J. et al.* (2022). *Active Inference: The Free Energy Principle in Mind, Brain, and Behavior*. Cambridge, MA, MIT Press, 308.
10. *Hoffman, D.D.* (2019). *The Case Against Reality: How Evolution Hid the Truth from Our Eyes*. New York, W.W. Norton, 272.
11. *Hoffman, D.D. & C. Prakash.* (2014). Objects of consciousness. *Frontiers in Psychology*, 5, Art. 577.
12. *Hoffman, D.D., M. Singh & C. Prakash.* (2015). The interface theory of perception. *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 22, No. 6, 1480–1506.
13. *Jumper, J. et al.* (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature*, 596, 583–589.
14. *Landauer, R.* (1961). Irreversibility and heat generation in the computing process. *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 5, No. 3, 183–191.
15. *Turing, A.M.* (1936). On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42, 230–265.
16. *Unnikrishnan, C.S.* (2025). Information versus physicality: on the nature of the wavefunctions of quantum mechanics. *Academia Quantum*, Vol. 2, No. 2, 1–7.
17. *Wheeler, J.A.* (1990). Information, physics, quantum: The search for links. In: *Complexity, Entropy, and the Physics of Information*. Redwood City, Addison-Wesley, 309–336.

Информация об авторе

Михайлов Игорь Феликсович – Институт философии РАН (109240, Москва, ул. Гончарная, 12, стр. 1).
ifmikhailov@iphras.ru

Information about the author

Mikhailov, Igor Felixovich – Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences (12, Bld. 1, Goncharnaya St., Moscow, 109240, Russia).
ifmikhailov@iphras.ru

Дата поступления 21.04.2026.
Принята к публикации 12.05.2026.

УДК: 165.2

DOI: 10.15372/PS20260202

EDN: VCIMAC

А.А. Сухно, В.В. Гулин

**РОЛЬ МЕТОДОВ МАШИННОГО
ОБУЧЕНИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ:
РАСШИРЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ
И «КОМПЕНСАЦИЯ ПРЕДВЗЯТОСТИ»**

В статье рассматривается, какой подход может быть использован для решения проблемы теоретического обоснования методов машинного обучения (ML) в естественных науках. Авторы указывают, что текущая стратегия философско-эпистемологических и прикладных исследований, связанных с ML (борьба с предвзятостью, минимизация субъективных допущений), не в состоянии решить проблему «черного ящика», что затрудняет интерпретацию результатов и снижает их научную ценность. В статье предлагается альтернативный подход к теоретическому обоснованию ML, опирающийся на расширение вычислительных возможностей. Используя концепцию «саморасширения» (extending ourselves) Пола Хамфриса, авторы показывают, как вычислительные технологии позволяют обойти ограничения человеческого мышления и моделировать сложные явления, недоступные «традиционным» математическим методам. Выдвигается идея о *механизме «компенсации предвзятости»*, который может нивелировать влияние субъективных факторов в рамках естественно-научного исследования с использованием ML. Особое внимание уделено сравнению ML с компьютерными симуляциями, где влияние допущений/предвзятости может быть компенсировано за счет анализа глобальной динамики модели, тогда как в ML эта проблема остается нерешенной. Это влечет за собой необходимость отделить проблему «черного ящика» в области ML от «эпистемической непрозрачности», которая является общей для машинного обучения и компьютерных симуляций. Специально подчеркивается, что «черный ящик» в машинном обучении возникает не из-за «непрозрачности» модели, из-за сложности вычислительных операций, а из-за непроясненности связей модели с реальными физическими процессами («целевой системой»). Таким

образом, авторы демонстрируют, что применение ML в естествознании требует переосмысления существующих методологических предпосылок. Разработка механизмов компенсации предвзятости в области ML становится ключевой задачей для устранения проблемы «черного ящика» и успешной интеграции ML в научную практику.

Ключевые слова: машинное обучение; естествознание; эпистемическая непрозрачность; компьютерные симуляции; конструкционные допущения; черный ящик; когнитивные способности; компенсация предвзятости

A.A. Sukhno, V.V. Gulín

**THE ROLE OF MACHINE
LEARNING METHODS IN NATURAL SCIENCE:
EXTENDING COGNITIVE CAPABILITIES
AND “BIAS COMPENSATION”**

The article discusses which approach can be used to solve the problem of theoretical justification of machine learning methods in the natural sciences. The authors point out that the current strategy of philosophical, epistemological and applied research related to ML (countering bias and minimizing subjective assumptions) fail to solve the “black box” problem, which makes it difficult to interpret the results and reduces their scientific value. The article suggests an alternative approach to the theoretical justification of ML based on the extension of computational powers. Using Paul Humphreys’ concept of “extending ourselves,” the authors show how computing technologies can overcome the limitations of human thinking and model complex phenomena that are inaccessible to “traditional” mathematical methods. The idea of a “*bias compensation*” mechanism is put forward, which can neutralize the influence of subjective factors in the framework of natural science research using ML. Special attention is paid to comparing ML with computer simulations, where the influence of assumptions/bias can be compensated by analyzing the global dynamics of the model, whereas in ML this problem remains unresolved. This entails the need to separate the “black box” problem in ML from the “epistemic opacity” that is common to both machine learning and computer simulations. It is specifically emphasized that the “black box” in machine learning arises not from the “opacity” of the model or the complexity of computational operations, but from the lack of clarity of the model’s connections with real physical processes (the “target system”). Thus, the authors demonstrate that the application of ML in natural science requires a rethinking of existing methodological prerequisites. The development

of mechanisms of bias compensation in the field of ML is becoming a key task in order to overcome the “black box” problem and successfully integrate ML into scientific research.

Keywords: machine learning; natural science; epistemic opacity; computer simulations; construction assumptions; black box; cognitive capabilities; bias compensation

Введение

Интеграция естествознания и машинного обучения (Machine Learning, ML) открывает новые горизонты в анализе данных и моделировании сложных систем. Однако это не только приносит новые возможности, но и влечет за собой риски. Речь идет о проблеме теоретического обоснования применения методов машинного обучения в естествознании, которая неразрывно связана с понятием «черного ящика» / «эпистемической непрозрачности» (black box / epistemic opacity). Этот термин обозначает ситуацию, когда внутренние механизмы работы алгоритмов остаются непонятными для исследователей, что затрудняет интерпретацию результатов и снижает доверие к ним. Чем дальше, тем больше кажется, что для современной эпистемологии ML эта проблема превратилась в неразрешимый парадокс, сравнимый с «парадоксом непостижимой/необоснованной эффективности математики» Ю. Вигнера в естествознании [20, р. 44].

Мы полагаем, что одной из причин возникновения этой проблемы является преобладающая стратегия интеграции ML в естествознание – борьба с предвзятостью, стремление минимизировать субъективные допущения в алгоритмах. Это имеет место как в прикладных исследованиях, где влияние допущений снижается за счет «физической согласованности» (physical consistency), внедрения в алгоритмы ML научных знаний¹, так и в эпистемологии ML, где ведется поиск способов обосновать их использование [10; 11; 26]. Такой под-

¹ В явной форме мысль о том, что в алгоритмах ML допущения (assumptions) / предвзятость (bias) заменяются на научные знания, выражена у Дж.Э. Карниадакиса и др. [15, р. 424]. Но, по сути, любые инициативы в прикладных исследованиях, ориентированные на интеграцию методов машинного обучения с физическими теоретическими моделями, которые позволяют «сократить пространство поиска решений в ML-моделях» [27, р. 11] или «имеют больше шансов представить причинно-следственные связи... чем модели, основанные исключительно на дан-

ход подразумевает рассмотрение методов ML как очередного математического инструмента, дополняющего существующие методы моделирования – аналитические и геометрические/качественные подходы, где минимизация допущений вполне оправдана. В результате методы ML воспринимаются как продолжение традиционной линии развития естествознания, основанной на создании все более совершенных математических моделей.

Однако есть основания считать, что применение методов машинного обучения в естественных науках означает переход к принципиально новой фазе их развития, требующей пересмотра традиционных методологических предпосылок. В данной статье мы предлагаем альтернативный подход к теоретическому обоснованию методов ML в естествознании, основанный на следующих положениях.

♦ *Расширение когнитивных способностей через вычислительные технологии.* Опираясь на концепцию Пола Хамфриса о «саморасширении» (extending ourselves) посредством вычислительных технологий [13], мы исследуем, как компьютерные симуляции и методы машинного обучения способствуют расширению возможностей человеческого мышления. Это расширение позволяет преодолеть присущие человеческой интуиции и аналитическим методам ограничения при моделировании сложных природных явлений.

♦ *Механизм «компенсации предвзятости».* В рамках этой перспективы борьба с предвзятостью и минимизация субъективных допущений не являются оптимальными стратегиями для теоретического обоснования методов ML. Вместо этого мы вводим понятие механизма «компенсации предвзятости», благодаря которому влияние субъективных факторов на научное исследование «нейтрализуется» внутри используемых при исследовании алгоритмов.

ных» [16], направлены в конечном счете на снижение влияния допущений/предвзятости. Эта идея в своей базовой форме содержится еще в статье Т. Митчелла 1980 г., где вводится понятие «предвзятости» (bias) как основополагающее для обучающихся алгоритмов. В числе прочего Митчелл указывает, что хотя программе для обобщения за пределы обучающей выборки необходима «предвзятость», т.е. наличие «других источников информации», помимо «согласованности с обучающими примерами» [19, p. 185], при этом «можно ограничить число рассматриваемых обобщений, обратившись к знаниям из области решаемой задачи (task domain)» [Ibid., p. 188]. То есть исходный контекст интеграции знаний в алгоритмы ML – именно улучшение обобщаемости за счет снижения влияния предвзятости.

♦ *Различие между ML и компьютерными симуляциями.* Мы подчеркиваем фундаментальные различия в том, как механизм компенсации предвзятости действует в методах машинного обучения и в компьютерных симуляциях. Несмотря на использование вычислительных технологий в обоих подходах, они различаются по своей методологии, способам введения и корректировки допущений, а также по этапам вычислительного процесса, на которых эти допущения реализуются.

♦ В последующих разделах мы подробно рассмотрим каждый из этих пунктов, показывая, что такой подход может обеспечить теоретическую основу для применения методов ML в естественных науках.

**Развитие научного познания через
«вычислительную науку»:
конструкционные допущения
и их автоматизированная корректировка**

Как было сказано выше, развитие естествознания во многом определялось как совершенствование способов математического моделирования физических процессов. От «тихой научной революции», когда произошел скачок в развитии аналитических методов и физические законы стали выражаться посредством аппарата дифференциальных уравнений [25], мы перешли к качественным/топологическим методам, столкнувшись с явлениями нелинейной динамики, которые едва ли описываются аналитически. Но и здесь при создании фазового портрета динамических систем в пространстве состояний нас постигает «родовое проклятие» человеческого мышления, а именно невозможность работать с многомерными фазовыми пространствами, вследствие ограничений человеческой интуиции².

² Как пишет Мануэль Деланда, комментируя этот переход к топологическим методам, «мы меняем сложность изменений состояния объекта на сложность моделируемого пространства. Иными словами, мгновенное состояние объекта, неважно насколько сложное, становится единственной точкой, и это значительное упрощение, но пространство, в которое вложен объект (object's state is embedded), становится более сложным» [6, p. 6].

Таким образом, мы оказались в ситуации, где, по сути, исчерпаны возможности совершенствования способов математического моделирования для более точного описания физической реальности. И на первый взгляд кажется, что дальнейшее продвижение вперед невозможно: мы сталкиваемся либо с ограничениями аналитических методов, либо с ограничениями человеческой интуиции. И нам действительно ничего не остается, кроме как обратиться к численным методам, использование которых сопровождается необходимостью делать допущения/предположения (*assumptions*) [2, p. 182], а потому вызывает обоснованные подозрения у ученых, обеспокоенных все более разрастающейся «потерей физики» с каждым новым допущением/предположением [2, p. 182; 4, p. 234].

Встает вопрос: как преодолеть эти ограничения и продолжить развитие естествознания? Один из возможных путей – это не только совершенствовать методы математического моделирования, но и *расширять возможности самого человеческого мышления*. В истории науки человеческое мышление всегда было «константой», основой для разработки новых методов и теорий. Однако сейчас мы сталкиваемся с его объективными пределами, и дальнейшее движение вперед станет возможным только в результате их преодоления.

Британский философ науки Пол Хамфрис предложил концепцию «саморасширения» (*extending ourselves*), или «расширения вычислительных способностей» (*extensions of computational powers*). Он проводит аналогию с расширением возможностей восприятия через изобретение в XVII в. оптических приборов, которые позволили увидеть то, что было недоступно невооруженному глазу [13, p. 50]. Для понимания масштаба происходящих изменений в методологии естественно-научного исследования необходимо «отложить в сторону логический анализ структуры теории, оказавший столь большое влияние на философию науки, переключить внимание с проблем представления на проблемы вычислений» [*Ibid.*, p. 53], где ключевыми факторами являются «математика, а не логика, вычисления, а не представление, машины, а не мышление» [*Ibid.*].

Хамфрис видит в применении численных методов перспективу научной практики, которую он называет «вычислительной наукой» (computational science). Она не зависит от теоретических моделей и их ограничений, связанных с применением аналитических методов, которые снижают их применимость³. В связи с этим он вводит понятие, которое интегрирует эти теоретические модели в «вычислительные шаблоны» (computational templates) – специальные исследовательские режимы, основанные на численных методах. Эти шаблоны не являются ни теориями, ни законами, ни моделями в традиционном смысле, но обладают гибкостью и независимостью от конкретного предмета исследования [13, p. 67].

Ключевой особенностью вычислительных шаблонов является наличие «конструкционных допущений» (construction assumptions) и *набора корректировок* (correction set), которые позволяют их пересматривать при возникновении проблем в процессе моделирования. Например, в уравнении диффузии тепла допущение об идеально изолированном проводнике позволяет использовать граничное условие $u/r = 0$. Если изоляция оказывается несовершенной, это допущение пересматривается и граничное условие модифицируется для учета тепловых потерь. Аналогично если коэффициент теплопроводности k зависит от температуры, уравнение превращается в нелинейное⁴.

Идея заключается в том, что обычно перед тестированием «шаблона» мы уже предвидим расхождения между данными и его требованиями и уже знаем, какие его допущения могут оказаться не вполне адекватными для конкретного случая. «Благодаря этому ожиданию у нас часто есть план улучшения шаблона еще до начала

³ Там же: «...Как только мы выходим за рамки высокоидеализированных систем, число математических теорий, применимых только с использованием аналитических методов, становится очень небольшим» [13, p. 53]. Или: «...Чистые, абстрактные представления формальных схем скрывают тот факт, что подавляющее большинство теоретических шаблонов практически неприменимы напрямую даже к довольно простым физическим системам» [Ibid., p. 64].

⁴ Строго говоря, вычислительный шаблон у Хамфриса состоит из шести компонентов, но для наших целей достаточно упоминания первых трех: уравнения («теоретического шаблона») с начальными и граничными условиями, конструкционных допущений и набора корректировок [13, p. 102–113].

тестирования» [13, р. 77]. Это означает, что точка зрения, согласно которой «неверные предсказания логически оставляют все открытым для пересмотра, а решение мотивируется лишь прагматическими соображениями» [Ibid., р. 81], оказывается несостоятельной.

Однако корректировка таких допущений «вручную» часто является трудоемким процессом, если модель становится избыточно сложной, что может проявляться в большом количестве параметров, нелинейных зависимостях или неочевидной структуре взаимосвязей переменных (например, климатическое моделирование взаимодействия атмосферы и океана). Чем больше факторов необходимо учесть, тем сложнее становится оценка влияния каждого из них на точность модели. В таких условиях ручная корректировка может стать неподъемной задачей, требующей огромных усилий и ресурсов. И здесь на помощь приходят компьютерные симуляции, которые расширяют возможности научного исследования. Они представляют собой программную реализацию вычислительных шаблонов и позволяют автоматизировать процесс корректировки допущений.

Возьмем приведенное выше уравнение теплопроводности: традиционно допущение об идеально изолированной среде приводит к граничному условию $u/r = 0$. Если же изоляция оказывается несовершенной, исследователь вынужден пересматривать это допущение в ручном режиме и модифицировать граничное условие для учета тепловых потерь. Аналогично при зависимости коэффициента теплопроводности k от температуры уравнение становится нелинейным, усложняя решение. С помощью компьютерных симуляций эти корректировки могут быть осуществлены автоматически. Симулятивные модели позволяют вводить переменные параметры, такие как степень изоляции или температурная зависимость k , и компьютер способен быстро просчитать множество сценариев с различными комбинациями этих параметров. Это не только экономит время и ресурсы, но и открывает возможность исследовать более сложные и реалистичные модели, учитывая нелинейности и неоднородности системы. Таким образом, симуляции расширяют вычислительный шаблон, позволяя автоматизировать перебор в пространстве решений модели

и корректировать допущения без непосредственного вмешательства исследователя⁵.

Эта особенность компьютерных симуляций привела философа науки Хуана Мануэля Дюрана к мысли, что каждую из них можно рассматривать как своего рода «супермодель» – «конгломерат (amalgam) компьютерных моделей разного типа с различными масштабами, входными параметрами и протоколами» [9, р. XX]⁶.

Таким образом, расширение вычислительных возможностей через компьютерные симуляции означает переход к новой фазе развития естествознания. Если раньше «необходимо было разрабатывать математические техники, позволяющие создавать более сложные модели, то во многих случаях в вычислительной науке математика остается неизменной, и именно технология должна развиваться» [13, р. 120]. Вычислительный шаблон, созданный человеческим мышлением, внедряется в техническое устройство и получает возможность корректировки допущений (предвзятости исследователя) через автоматический перебор в пространстве решений вычислительной

⁵ Здесь важно уточнить, какие именно конструкционные допущения могут быть пересмотрены таким образом. Хамфрис приводит примеры допущений, которые можно разделить на две категории: те, которые могут корректироваться автоматически (например, коэффициент теплопроводности, плотность вещества, величина времени в уравнении диффузии), и те, корректировка которых требует участия исследователя (например, выбор уравнения для описания теплопроводности, идеализация изолированного проводника, использование аналогии тепла как жидкости) [13, р. 73–76]. Возможность автоматической корректировки допущений первого типа ограничена рамками компьютерных симуляций, тогда как вторые требуют «ручного» вмешательства и/или обращения к методам машинного обучения.

⁶ Мануэль Деланда наглядно показывает, что стоит за автоматической корректировкой допущений в симуляции: «...Можно выполнить несколько запусков одной и той же симуляции, изменяя величины, назначенные определенным параметрам, и отслеживая процесс развертывания, чтобы проверить, достигает ли он одного и того же конечного состояния. Поскольку значения параметров представляют собой допущения (assumptions), сделанные относительно среды, в которой происходит симулируемый процесс, их изменение в разных запусках эквивалентно проверке устойчивости результата к изменениям в допущениях» [7, р. 34–35]. То есть при таком «замедленном» рассмотрении симуляция обретает черты метода исследования модели, похожего на проведение экспериментов с разными условиями.

модели. В связи с этим Хамфрис подчеркивает: «то, что считается вычислимым, выходит далеко за рамки того, что на самом деле поддается вычислению с помощью ограниченных возможностей человека, и это не постоянная граница, а функция технического прогресса» [Ibid., p. 124].

В этом контексте Хамфрис указывает, что человек также может рассматриваться как конкретное вычислительное устройство. Однако симуляция, производимая таким устройством (*human simulation*), «слишком медленная, чтобы представлять большой интерес на практике» [13, p. 110]. Тем самым британский философ дает нам понять, что при должном уровне развития техники способность выполнять вычисления больше не связывается с конкретным носителем и освобождается от физических ограничений человеческого мозга. Вычислительный процесс становится функциональной характеристикой, которая может быть реализована на различных уровнях – от органического до квантового.

Эпистемическая непрозрачность: от объяснения к прогнозу

Расширение вычислительных возможностей, достигнутое благодаря компьютерным симуляциям, значительно превзошло традиционные численные методы и открыло новые горизонты для исследования сложных систем. Однако у этого прогресса есть обратная сторона – проблема *эпистемической непрозрачности*. Рассмотрение этой проблемы позволяет глубже понять механизм, посредством которого в симуляциях происходит компенсация конструктивных допущений, заложенных в модель, и объясняет, почему вычислительная мощь симуляций столь эффективно «позволяет снизить степень идеализации» [14, p. 115].

Эпистемическая непрозрачность в контексте компьютерных симуляций означает, что динамическая взаимосвязь между начальным и конечным состояниями симуляции недоступна для полного понимания и анализа. Как отмечает Пол Хамфрис, «большинство этапов процесса недоступны для прямого контроля и верификации» [14, p. 618]. Причину этого Хамфрис видит в том, что «вычислительный

процесс происходит слишком быстро, чтобы люди могли следить за ним в деталях» [13, р. 148]. Если бы этот процесс можно было замедлить настолько, чтобы человек мог рассмотреть каждый его шаг, то даже сложные вычисления стали бы эпистемически прозрачными [Ibid., р. 150].

Таким образом, отсутствие возможности пошагового разбиения вычислительного процесса нарушает принцип *модульности* (modularity), который традиционно считается основой рационального подхода в науке [17, р. 190–195]. В модульных системах каждый этап процесса может быть отдельно проанализирован, что позволяет определить роль каждого компонента в достижении конечного результата и при необходимости скорректировать его. В случае компьютерных симуляций такой подход оказывается неприменимым. Хуан Мануэль Дюран подчеркивает этот аспект, утверждая, что если бы исследователь мог остановить компьютерное моделирование и заглянуть внутрь, он не смог бы реконструировать предыдущие состояния процесса или предсказать будущие состояния на основе текущих [9, р. XIX], поскольку остановка дает возможность увидеть лишь статическое состояние («модуль»), а не динамическую последовательность шагов, необходимую для понимания процесса.

Эта проблема эпистемической непрозрачности часто отождествляется с проблемой «черного ящика» в методах машинного обучения [8, р. 1090; 21, р. 85–86; 29]. Оба термина указывают на отсутствие возможности полного понимания внутреннего механизма работы системы, *пошагового разбиения вычислительного процесса*, когда исследователю известны только входные и выходные данные, но не процесс преобразования между ними (ср., например, «модульность» по Ленхарду [17, р. 190–195] или Хамфрису [13, р. 150] и определение «черного ящика» у Лопеса-Рубио и Ратти [18, р. 1342] или у Зедника [29]).

Таким образом, искушение приравнять проблему «черного ящика» к «эпистемической непрозрачности» оказалось настолько велико, что поддаться ему стало своеобразным трендом. Так, собственно, в прикладных исследованиях и эпистемологии ML сформировалась стратегия теоретического обоснования методов машинного обучения, которая заключается в борьбе с предвзятостью (bias)

и минимизации допущений в алгоритмах ML [10; 11; 15, p. 424; 26]. И в самом деле, чем меньше допущений используется в алгоритмах ML, тем ниже «непрозрачность» в работе модели, тем более точно мы представляем промежуточные шаги, взаимосвязи между ее «входом» и «выходом».

Однако дело в том, что полное устранение допущений/предвзятости технически невозможно. В любом случае в алгоритме должна присутствовать «индуктивная предвзятость» (inductive bias), которая является условием эффективного применения методов ML за пределами обучающего набора данных [19, p. 185]. Поэтому приходится мириться с существованием «черного ящика» в тех областях естественно-научных исследований, где применяется ML: мол, есть такая «прогнозно ориентированная» наука, которая представляет собой альтернативу науке механистической, направленной на причинно-следственное объяснение [8, p. 1091; 18, p. 3148; 21, p. 98; 22, p. 913–914; 24, p. 159].

С нашей точки зрения, подобный подход следует рассматривать как отказ от решения проблемы «черного ящика» и считать его в целом ошибочным. Мы настаиваем, что применение методов ML в естествознании имеет принципиальные отличия от использования компьютерных симуляций. И первым указанием на это служит то обстоятельство, что проблема эпистемической непрозрачности в компьютерных симуляциях, в отличие от проблемы «черного ящика» в машинном обучении, *имеет решение*.

Динамика компьютерных симуляций и эмерджентные свойства: преодоление эпистемической непрозрачности

Это решение проблемы эпистемической непрозрачности становится возможным благодаря *динамическому характеру* реализации вычислительной модели в компьютерных симуляциях.

На эту особенность обратил внимание немецкий философ Штефан Хартманн, предложив уточнение к подходу Хамфриса. Он дополнил определение Хамфриса, подчеркнув, что о компьютерных симуляциях нельзя говорить только лишь как о «реализованном на

компьютере способе исследования свойств математических моделей в тех случаях, когда аналитические методы недоступны» [14, р. 501]. Не менее важен тот факт, что они «предназначены для воспроизведения *эволюции реальной системы во времени* (курсив наш. – Авт.). Другими словами, симуляция представляет собой процесс, имитирующий другой процесс» [12, р. 82]. Это отличие имеет фундаментальное значение для понимания роли симуляций в научном исследовании.

Пол Хамфрис в своей монографии о вычислительной науке [13] охотно принял эту поправку. Более того, в свою очередь, он указал, что выполнение вычислительного процесса в режиме реального времени «кардинально отличает его от лежащей в его основе вычислительной модели» [13, р. 109], которая, по существу, носит вневременной характер. Хамфрис отмечает: «Переход от абстрактных логических и математических представлений к протекающим во времени вычислительным процессам – это то, что делает эти процессы поддающимися усилению (*amplification*)» [14, р. 619]. Таким образом, динамическая реализация модели позволяет исследователям наблюдать за процессом в его развитии, что открывает новые возможности для понимания сложных систем.

В чем здесь идея? По сути, именно вычисления в реальном времени позволяют исследовать пространство решений модели методом проб и ошибок (*trial-and-error procedures*) или случайного блуждания в конфигурационном пространстве (*random walk in configuration space*), отображая многочисленные связи между вычислительным шаблоном и его возможными решениями [13, р. 150]. Например, мы «можем наблюдать, какие структуры остаются стабильными со временем» [Ibid., р. 113], или, в случае мультиагентных систем, «обнаружить *эмерджентные паттерны более высокого порядка* (курсив наш. – Авт.)» [Ibid.], которые невозможно выявить, «если результаты таких моделей отображать численно или статично» [Ibid.].

Понятие эмерджентных свойств (*emergent properties*) становится ключом к решению проблемы эпистемической непрозрачности. Именно с его помощью Мануэль Деланда теоретически обосновывает применение компьютерных симуляций в естествознании. Благодаря

своему динамическому характеру компьютерные симуляции формируют для вычислительных моделей пространства состояний или пространства возможностей, связанные с бесчисленными взаимодействиями физических систем с окружением. Это возможно, «поскольку взаимодействия... могут быть смоделированы и варьироваться множеством способов до тех пор, пока уникальные особенности (singular features) пространства возможностей не станут видимыми» [7, р. 21].

Эти уникальные эмерджентные структуры нельзя было вывести напрямую из «вневременной» вычислительной модели. Возможности этой модели для корректировки конструкционных допущений, заложенных в ее основе, ограничены. В то время как в симуляциях для исследования пространства возможностей в реальном времени фактически развертывается процесс программной реализации различных допущений.

В результате при разных конструкционных допущениях могут быть обнаружены *структуры более высокого порядка*, которые делают задачу отслеживания каждого этапа вычислительного процесса менее актуальной. Возможность оценивать влияние допущений и корректировать их относится к структурам более «низкого» уровня – локальным взаимодействиям. Как отмечает Й. Ленхард, комментируя открытие аттрактора Лоренца, «интуитивно понятные визуализации могут позволить получить представление о сложной динамике, даже если взаимное влияние (*mutual interplay*) допущений, заложенных в модели, не полностью понятно (курсив наш. – Авт.) [17, р. 52].

Таким образом, выбор масштаба рассмотрения явления – ключевой аспект, делающий симуляцию в определенном смысле независимой от произведенных допущений. Дело в том, что «стабильное эмерджентное свойство “безразлично” к локальным изменениям во взаимодействиях, которые его порождают. Это объективное безразличие ведет к объективной *объяснительной нерелевантности* деталей взаимодействий: их включение в объяснение было бы избыточным, поскольку множество различных взаимодействий дадут один и тот же результат» [7, р. 14].

Это означает, что субъективные допущения могут влиять на локальные процессы в компьютерной симуляции, но в значительной мере исчерпывают свое влияние на уровне глобального функциони-

рования модели⁷. Именно благодаря тому, что в реальном времени вычислений проявляются эмерджентные свойства системы, происходит своего рода компенсация влияния допущений/предвзятости: они как бы «растворяются» в эволюции симулятивной модели, осуществляющей автоматизированный поиск в пространстве решений.

Динамический характер компьютерных симуляций и возможность наблюдать эмерджентные свойства позволяют преодолеть ограничения, связанные с эпистемической непрозрачностью [5]. Симуляции становятся мощным инструментом для исследования сложных систем, где детализация локальных взаимодействий менее важна, чем наблюдение глобальных эмерджентных свойств. Таким образом, исчезает потребность знать все этапы вычислительного процесса, *и именно это позволяет выделить прогностические задачи как основное направление научных исследований* с применением компьютерных симуляций. Ленхард формулирует это так: «Имитационное моделирование существенно меняет математическое моделирование: понимание, основанное на теории, и эпистемическая прозрачность отходят на второй план, тогда как на первый план выходит понимание, основанное на симуляции, ориентированное на вмешательство и прогнозирование, а не на теоретическое объяснение» [17, р.115].

Между симуляциями и машинным обучением: информация, методология и связь с реальностью

Можем ли мы применить те же рассуждения к проблеме «черного ящика» в алгоритмах машинного обучения? То есть, по сути, просто

⁷ Согласно Ленхарду, «допущения модели, эффекты которых трудно или даже невозможно оценить, могут быть проверены, изменены и модифицированы с помощью итеративно-исследовательских процедур» [17, р. 133], и «симулятивное моделирование может обеспечить ориентацию на поведение моделей, основанную на опыте итерационных вычислений, который проявляется в изменении параметров» [Ibid., р. 119]. Это делает регулировку параметров (adjustment of parameters) «ключевым компонентом симулятивного моделирования» [Ibid., р. 200], поскольку она «объединяет разнородные части, которые не имеют общей теоретической основы. Настройка выполняется *целостно на основе поведения глобальной модели* (курсив наш. – Авт.). То, как функционируют отдельные части, часто остается непрозрачным» [Ibid.].

ее игнорировать, как эпистемическую непрозрачность – в компьютерных симуляциях? К сожалению, нет. Попробуем объяснить последовательно нашу позицию.

Безусловно, между компьютерными симуляциями и методами машинного обучения существует определенное «родовое» сходство. Оба подхода используют технические устройства для выполнения вычислительных операций, а иногда – и одни и те же инструменты, такие как нейросети или генетические алгоритмы⁸. Однако в контексте естествознания эти методы представляют собой во многом противоположные исследовательские подходы. Именно это различие делает невозможным сведение методов машинного обучения лишь к их прогностической функции в ущерб объяснительной, как это происходит в случае компьютерных симуляций.

На это фундаментальное различие указывали разные авторы, подходя к его анализу с разных сторон. Однако, если рассматривать их подходы в совокупности, то можно увидеть единую линию рассуждений, подобно тому как в известной притче слепые ощупывали слона с разных сторон и каждый предлагал свою версию того, с чем имеет дело.

Л. фон Рюден и соавторы [23] анализируют указанное различие с точки зрения способов обработки информации и отмечают, что симуляции и методы ML при проведении исследований организуют информационный поток и его сжатие противоположными способами. Симуляции подразумевают «развертывание локальных взаимодействий из компактно представленной исходной модели в расширенное пространство данных» – это так называемый «подход сверху вниз»

⁸ Видимо, весь вопрос в том, как они используются. С одной стороны, они могут быть полезны для автоматизированного поиска решений в пространстве возможностей физической системы, когда у нас есть базовые знания о физических явлениях. Например, генетические алгоритмы подходят для моделирования механизмов саморепликации молекул РНК [7, р. 55–56], а рекуррентные нейронные сети и «самоорганизующиеся карты» (self-organizing maps) – для изучения нейронных механизмов, ответственных за память у млекопитающих [Ibid., р. 103]. С другой стороны, их можно применять для выявления скрытых зависимостей в данных, когда основные закономерности и модели нам неизвестны. Например, программа пекинских разработчиков DLGA-PDE представляет собой комбинацию нейросети и генетического алгоритма, которая используется для открытия дифференциальных уравнений из набора данных [28].

(top-down approach). В отличие от этого, инструменты машинного обучения осуществляют «поиск закономерностей в изначально большом пространстве данных, которые в конечном итоге представлены в сжатой форме в виде окончательной гипотезы», – это «подход снизу вверх» (bottom-up approach) [Ibid., p. 551].

Х. Дюран акцентирует внимание на методологическом различии между симуляциями и методами ML (Big Data): перед нами два «диаметрально противоположных источника, из которых исследователи собирают данные» [9, p. 169]. Дюран пишет: «В то время как компьютерные симуляции генерируют большое количество данных из имеющейся модели, большие данные (Big Data) воссоздают структуру определенного явления на основе обширных наборов данных» [Ibid.]. Таким образом, основное различие заключается в «характере наших выводов о целевой системе (target system)»: «Компьютерные симуляции, как правило, являются результатом имитационной модели (дедуктивный подход. – *Авт.*), тогда как большие данные основаны преимущественно на индуктивных выводах» [Ibid.].

Ф. Боге, по всей видимости, уже учитывая это методологическое различие [3], концентрирует внимание на том, как выстраиваются связи между вычислительным алгоритмом и реальностью (target, «целевой системой»). Он пишет, что компьютерная симуляция «начинается с концептуализации целевой системы (target) и на этой основе предсказывает “гипотетические данные”» [Ibid., p. 59]. Что касается машинного обучения, то оно «начинается с концептуализации данных и на их основе также предсказывает новые гипотетические данные» [Ibid.]. В результате связь с «целевой системой» в машинном обучении должна быть установлена *post factum*, тогда как в компьютерных симуляциях она делается (или по крайней мере пытается быть сделанной) заранее.

Сопоставим эти позиции:

- компьютерные симуляции и методы машинного обучения различаются по способу преобразования информации между моделями и данными. В компьютерных симуляциях информация *расширяется* от модели к данным, а в методах машинного обучения *сжимается* от данных к модели;
- эти различия в информационных процессах отражаются в различных методологиях познания. Компьютерные симуляции ис-

пользуют дедуктивный подход (*от модели к данным*), а методы машинного обучения – индуктивный (*от данных к модели*);

- в результате различий в методологии компьютерные симуляции и методы машинного обучения по-разному устанавливают связь с реальностью. В компьютерных симуляциях связь с реальным миром устанавливается *заранее* через концептуальную модель, тогда как в методах машинного обучения – *после* обработки данных и формирования модели.

Таким образом, сначала мы понимаем, как информация преобразуется и обрабатывается в компьютерных симуляциях и методах машинного обучения [23]. Затем мы осознаем, что эти различия в информационных процессах связаны с разными методологическими подходами к научному познанию – дедукцией и индукцией [9]. Наконец, мы видим, как эти методологические различия влияют на процесс моделирования и установления связи с реальным миром [3].

Что это означает в плане применения методов машинного обучения в естествознании для прогнозирования? Можем ли мы игнорировать проблему «черного ящика», как это было сделано с эпистемической непрозрачностью в случае компьютерных симуляций?

«Черный ящик»: от прогноза к объяснению

Итак, в методах машинного обучения мы собираем большие объемы данных и используем специальные алгоритмы для выявления паттернов (закономерностей) без предварительной теории. На основе этих выявленных паттернов делаются прогнозы, и уже *post factum* мы пытаемся установить их связь с реальностью – понять, каким образом эти прогнозы опираются на реальные закономерности, скрытые в исходных данных.

В противоположность этому, в компьютерных симуляциях используется предварительная теория, из которой мы получаем дополнительные данные. В этих данных могут быть обнаружены недоступные ранее паттерны (эмерджентные свойства), но они основаны на уже существующей концептуальной модели. Таким образом, в машинном обучении мы из данных получаем другие данные (прогнозы) и затем пытаемся найти теоретические основания им доверять, тогда как в симуляциях теория предшествует данным и направляет процесс моделирования.

Следовательно, акцент в машинном обучении делается на обнаружении паттернов и предсказании, часто без полного понимания внутренних механизмов, лежащих в основе открытия этих паттернов. Однако такое непонимание уже не может быть проигнорировано, как в случае с симуляциями; напротив, его необходимо устранить, чтобы обеспечить научную ценность прогнозов. Без объяснения того, как были выявлены эти закономерности, прогнозы, полученные методами машинного обучения, остаются недостаточно обоснованными с научной точки зрения.

Здесь за точными формулировками следует снова обратиться к Ф. Боге и его весьма проницательной статье о двух «типах непрозрачности» [3]. Один из них, который автор называет «*h*-непрозрачностью» (*how-opacity*), является общим и для компьютерных симуляций, и для методов машинного обучения (глубоких нейросетей). Этот тип касается того, *как* алгоритм обучается – каким образом модель изменяет свои параметры автоматически в ответ на входные данные [Ibid., p. 59–60]. Между тем так называемая «*w*-непрозрачность» (*what-opacity*) является «визитной карточкой» машинного обучения. Она отражает, *что именно* алгоритм изучает, т.е. какие скрытые паттерны он извлекает из данных и на их основе делает успешные предсказания [3, p. 61–63]⁹.

⁹ Боге приводит два примера из физики элементарных частиц и биологии, чтобы показать, как именно проявляется *w*-непрозрачность. Нейросети на основе «низкоуровневых» данных формируют сложные признаки (*complex features*), такие как масса частицы или вторичная структура белка [3, p. 62–63]. Однако сами зависимости, паттерны/закономерности, на основе которых были сформированы эти признаки, остаются скрытыми: мы не знаем, что именно модель выявила в данных. Это ограничивает нашу способность использовать такие модели для научных открытий: понимание, *какие аспекты импульсов частиц* связаны с их массой или *какие взаимодействия аминокислот* определяют структуру белка, могло бы привести к новым знаниям [Ibid.]. Таким образом, *w*-непрозрачность отражает эту проблему: модель успешно формирует высокоуровневые признаки, но скрытые зависимости остаются недоступными. Можно привести более простой пример – с обучением AlphaZero [1], где программа анализирует огромное количество партий, а шахматные диаграммы представляют визуально те паттерны, которые она «запоминает» как ключевые для принятия стратегических решений. При этом по большей части мы совершенно не представляем, что именно эти диаграммы, которые программа идентифицирует как устойчивые паттерны, означают с точки зрения оценки шахматной позиции.

Таким образом, именно эта «и-непрозрачность» (скрытые паттерны в наборе данных, недоступные для понимания человеческим мышлением) не позволяет игнорировать задачу объяснения, т.е. установления причинно-следственных связей, в пользу простого прогнозирования. Нам необходимо каким-то образом установить те закономерности, которые мы вывели с помощью методов машинного обучения, обнаружить их реальную ценность и связь с целевой системой. Иначе прогнозы не будут иметь научной ценности.

Иными словами, это ключевой фактор, который, с нашей точки зрения, делает целесообразным разделение проблем эпистемической непрозрачности и «черного ящика» на терминологическом уровне. Согласившись, что в машинном обучении существует проблема эпистемической непрозрачности, роднящая его с компьютерными симуляциями, мы должны признать, что существует и более серьезная проблема, для которой пока нет общепринятого решения.

♦ Эпистемическая непрозрачность устраняется, если становятся понятны алгоритмические операции, с помощью которых в этом пространстве производятся вычисления. В этом смысле Хамфрис прав, полагая, что она сводится к скорости вычислений: если их достаточно замедлить, проблема эпистемической непрозрачности исчезает.

♦ «Черный ящик» не исчезает, даже если разобраться в каждой алгоритмической операции, использованной при обучении. Мы не знаем, чему именно обучается машина при взаимодействии с наборами данных; у нас есть только модель, но мы не понимаем, каким образом она была получена и что именно побудило машину выбрать именно ее.

Конструкционные допущения и их влияние на прогнозы

Это также означает, что не существует механизма компенсации предвзятости в машинном обучении, аналогичного тому, который имеет место в компьютерных симуляциях:

- в компьютерных симуляциях допущения/предвзятость входят *в структуру вычислительной модели, реализуемой в техническом устройстве*. Эпистемическая непрозрачность не позволяет полностью контролировать их воздействие, но глобаль-

ный уровень функционирования модели открывает возможность рассмотрения ее эмерджентных свойств независимо от влияния допущений на локальном уровне;

- в машинном обучении допущения/предвзятость (inductive bias) используются для *построения специальных алгоритмов* [15, р. 424], которые самостоятельно, независимо от человеческого мышления со всеми его ограничениями осуществляют моделирование физического процесса.

В этом смысле выбор перспективы исследования зависит от того, на каком этапе вычислительного процесса мы вводим конструкционные допущения.

В компьютерных симуляциях эти допущения входят в структуру модели до начала вычислений и явно отражены в ее концептуальной основе. Это позволяет исследователю иметь определенный контроль над влиянием допущений на результаты модели и при необходимости корректировать их в процессе моделирования. Эпистемическая непрозрачность, возникающая из-за сложности вычислений, может быть компенсирована за счет анализа глобальной динамики модели и ее эмерджентных свойств.

В методах машинного обучения конструкционные допущения вводятся на этапе разработки алгоритма и глубоко интегрированы в процесс обучения модели. Поскольку модель самостоятельно извлекает паттерны из данных, эти допущения могут оставаться неявными и трудно поддающимися анализу после завершения обучения. Это затрудняет понимание того, как именно допущения влияют на выявленные закономерности и полученные прогнозы.

Таким образом, выбор того, на каком этапе вводятся конструкционные допущения, имеет решающее значение для возможности компенсации предвзятости в модели. В машинном обучении без явного понимания и контроля над этими допущениями проблема «черного ящика» становится еще более острой. Мы сталкиваемся не только с непрозрачностью алгоритмических операций, но и с невозможностью понять, какие именно паттерны/закономерности были выявлены и, соответственно, почему модель делает те или иные предсказания.

Как именно работает механизм компенсации предвзятости в методах машинного обучения – вопрос, неотделимый от решения проб-

лемы «черного ящика». Без осознания конструкционных допущений и контроля над ними на этапе разработки и обучения модели мы не можем гарантировать научную обоснованность полученных прогнозов. Пока что можно констатировать, что для дальнейшего продвижения в области эпистемологии ML необходимо избавиться от «наивного подхода»: разделение научной практики на объяснение и прогноз, которое может быть оправданным в случае компьютерных симуляций, оказывается неприменимым к методам машинного обучения в естествознании.

Заключение

В настоящей статье мы рассмотрели фундаментальные различия между методами машинного обучения и компьютерными симуляциями как инструментами естествознания. С самого начала мы исходили из того, что доминирующая стратегия интеграции методов ML, основанная на борьбе с предвзятостью и минимизации субъективных допущений, не приводит к удовлетворительному решению проблемы «черного ящика». В этой стратегии методы ML рассматриваются как очередной математический инструмент, дополняющий существующие подходы к моделированию физических процессов, и в итоге ML воспринимается как продолжение традиционной эволюции естественных наук через совершенствование математических моделей. Поэтому, следуя интуиции Пола Хамфриса, мы использовали альтернативный подход, основанный на расширении возможностей мышления через совершенствование вычислительных технологий.

♦ Компьютерные симуляции благодаря своему динамическому характеру и способности моделировать эволюцию систем во времени предоставляют исследователям возможность наблюдать эмерджентные свойства сложных систем. Это расширение когнитивных способностей позволяет преодолевать ограничения, присущие человеческой интуиции и аналитическим методам при моделировании сложных природных явлений.

♦ В компьютерных симуляциях возможна компенсация предвзятости, когда влияние субъективных факторов нивелируется на глобальном уровне модели. Эпистемическая непрозрачность на локальном уровне компенсируется за счет понимания глобальной динамики

системы и наблюдения эмерджентных свойств. Таким образом, симуляции предоставляют механизм, который позволяет учитывать допущения/предвзятость и эффективно ими управлять, что приводит к созданию устойчивых и надежных моделей.

♦ В методах машинного обучения отсутствует аналогичный механизм «компенсации предвзятости». Поскольку ML-модели самостоятельно извлекают скрытые закономерности из больших объемов данных без предварительной теоретической модели, конструкционные допущения остаются неявными и трудно поддающимися анализу после обучения. Это усложняет понимание того, *как именно* допущения влияют на выявленные паттерны и полученные прогнозы.

♦ Традиционное разделение научной практики на «объяснение» и «прогнозирование», применимое в случае компьютерных симуляций, не подходит для методов ML в естествознании. В машинном обучении объяснительная составляющая не может быть отодвинута на второй план, так как без нее прогнозы остаются без достаточного обоснования и не могут считаться надежными в научном смысле.

Таким образом, применение методов ML в естественных науках не является просто очередным этапом развития математических моделей, а представляет собой качественно новый этап, требующий переосмысления фундаментальных методологических принципов. Решение проблемы «черного ящика» и разработка механизма компенсации предвзятости в ML являются обязательными условиями для дальнейшего прогресса в этой области. Необходимы новые подходы, которые позволят установить связь моделей ML с физической реальностью, интегрируя их в естествознание без потери объяснительной силы.

Литература

1. *Acquisition of Chess Knowledge in AlphaZero*. URL: <https://storage.googleapis.com/uncertainty-over-space/alphachess/index.html> (дата обращения: 20.04.2025).
2. *Blakseth S.S., Rasheed A., Kvamsdal T., San O.* Deep neural network enabled corrective source term approach to hybrid analysis and modeling // *Neural Networks*. 2021. Vol. 146, No. 15. P. 181–199.
3. *Boge F.J.* Two dimensions of opacity and the deep learning predicament // *Minds and Machines*. 2022. Vol. 32. P. 43–75.
4. *Brunton S.L., Kutz J.N.* Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. 492 p.

5. *Chen Y., Zhang D.* Integration of knowledge and data in machine learning // *Neural Networks*. URL: <https://www.alphaxiv.org/abs/2202.10337> (дата обращения: 20.04.2025).
6. *DeLanda M.* *Intensive Science and Virtual Philosophy*. Reprint ed. London: Bloomsbury Academic, 2013. 232 p.
7. *DeLanda M.* *Philosophy and Simulation: The Emergence of Synthetic Reason*. London: A&C Black, 2011. 226 p.
8. *Duede E.* Deep learning opacity in scientific discovery // *Philosophy of Science*. 2022. Vol. 90. P. 1089–1099.
9. *Duran J.M.* *Computer Simulations in Science and Engineering: Concepts – Practices – Perspectives*. Dordrecht: Springer, 2018. 209 p.
10. *Enni S.A., Herrie M.B.* Turning biases into hypotheses through method: A logic of scientific discovery for machine learning // *Big Data & Society*. 2021. Vol. 8, No. 1. P. 1–13.
11. *Hagendorff T., Fabi S.* Why we need biased AI: How including cognitive biases can enhance AI systems // *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 36, No. 8. P. 1885–1898.
12. *Hartmann S.* The world as a process: Simulation in the natural and social sciences // *Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View* / Ed. by R. Hegselmann, U. Muller, K. Troitzsch. Dordrecht: Kluwer Academic, 1996. P. 77–100.
13. *Humphreys P.* *Extending Ourselves: Computational Science, Empiricism, and Scientific Method*. Oxford: Oxford University Press, 2004. 182 p.
14. *Humphreys P.* The philosophical novelty of computer simulation methods // *Synthese*. 2009. Vol. 169, No. 3. P. 615–626.
15. *Karniadakis G.E., Kevrekidis I.G., Lu L., Perdikaris P., Wang S., Yang L.* Physics-informed machine learning // *Nature Reviews Physics*. May 2021. P. 422–440.
16. *Karpatne A., Atluri G., Faghmous J.H., Steinbach M., Banerjee A., Ganguly A., Shekhar S., Samatova N., Kumar V.* Theory-guided data science: A new paradigm for scientific discovery from data // *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. URL: <https://arxiv.org/pdf/1612.08544> (дата обращения: 20.04.2025).
17. *Lenhard J.* *Calculated Surprises: A Philosophy of Computer Simulation*. Oxford: Oxford University Press, 2019. 256 p.
18. *López-Rubio E., Ratti E.* Data science and molecular biology: Prediction and mechanistic explanation // *Synthese*. 2021. Vol. 198, No. 4. P. 3131–3156.
19. *Mitchell T.* *The Need for Biases in Learning Generalizations*. New Brunswick, NJ: Rutgers University, Department of Computer Science, 1980.
20. *Napoletani D., Panza M., Struppa D.* The agnostic structure of data science methods // *Lato Sensus: Revue de la Société de Philosophie des Sciences*. 2021. Vol. 8, No. 2. P. 44–57.
21. *Nickles T.* Whatever happened to the logic of discovery? From transparent logic to alien reasoning // *Current Trends in Philosophy of Science: A Prospective for the Near Future* / Ed. by W.J. González. Cham: Springer, 2022. P. 81–102.
22. *Pietsch W.* Aspects of theory-ladenness in data-intensive science // *Philosophy of Science*. 2015. Vol. 82, No. 5. P. 905–916.

23. *Rueden L., von, Mayer S., Sifa R., Bauckhage C., Garcke J.* Combining machine learning and simulation to a hybrid modelling approach: Current and future directions // *Lecture Notes in Computer Science: Advances in Intelligent Data Analysis XVIII*. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 548–560.

24. *Srećković S., Berber A., Filipović N.* The automated laplacean demon: How ML challenges our views on prediction and explanation // *Minds and Machines*. 2021. Vol. 32, No. 1. P. 159–183.

25. *Stan M.* From metaphysical principles to dynamical laws // *The Cambridge History of Philosophy of the Scientific Revolution*. URL: https://www.academia.edu/41468384/From_metaphysical_principles_to_dynamical_laws (дата обращения: 20.04.2025).

26. *Sterkenburg T., Grünwald P.* The no-free-lunch theorems of supervised learning // *Synthese*. 2021. Vol. 199, No. 3-4. P. 9979–10015.

27. *Willard J., Jia X., Xu S., Steinbach M.* Integrating scientific knowledge with machine learning for engineering and environmental systems // *ACM Computing Surveys*. 2022. Vol. 55, No. 4. P. 1–37.

28. *Xu H., Zhang D., Zeng J.* Deep-learning of parametric partial differential equations from sparse and noisy data // *Physics of Fluids*. URL: <https://arxiv.org/pdf/2005.07916> (дата обращения: 20.04.2025).

29. *Zednik C.* Solving the black box problem: A normative framework for explainable artificial intelligence // *Explainable AI Conference Proceedings*. URL: <https://arxiv.org/pdf/1903.04361> (дата обращения: 20.04.2025).

References

1. *Acquisition of Chess Knowledge in AlphaZero*. Available at: <https://storage.googleapis.com/uncertainty-over-space/alphachess/index.html> (date of access: 20.04.2025).

2. *Blaketh, S.S., A. Rasheed, T. Kvamsdal & O. San.* (2021). Deep neural network enabled corrective source term approach to hybrid analysis and modeling. *Neural Networks*, Vol. 146, No. 15, 181–199.

3. *Boge, F.J.* (2022). Two dimensions of opacity and the deep learning predicament. *Minds and Machines*, 32, 43–75.

4. *Brunton, S.L. & J.N. Kutz.* (2019). *Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control*. Cambridge, Cambridge University Press, 492.

5. *Chen, Y. & D. Zhang.* Integration of knowledge and data in machine learning. *Neural Networks*. Available at: <https://www.alphaxiv.org/abs/2202.10337> (date of access: 20.04.2025).

6. *DeLanda, M.* (2013). *Intensive Science and Virtual Philosophy*. Reprint ed. London, Bloomsbury Academic, 232.

7. *DeLanda, M.* (2011). *Philosophy and Simulation: The Emergence of Synthetic Reason*. London, A&C Black, 226.

8. *Duede, E.* (2022). Deep learning opacity in scientific discovery. *Philosophy of Science*, 90, 1089–1099.
9. *Duran, J.M.* (2018). *Computer Simulations in Science and Engineering: Concepts – Practices – Perspectives*. Dordrecht, Springer, 209.
10. *Enni, S.A. & M.B. Herrie.* (2021). Turning biases into hypotheses through method: A logic of scientific discovery for machine learning. *Big Data & Society*, Vol. 8, No. 1, 1–13.
11. *Hagendorff, T. & S. Fabi.* (2024). Why we need biased AI: How including cognitive biases can enhance AI systems. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, Vol. 36, No. 8, 1885–1898.
12. *Hartmann, S.* (1996). The world as a process: Simulation in the natural and social sciences. In: R. Hegselmann, U. Muller & K. Troitzsch (Eds.). *Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View*. Dordrecht, Kluwer Academic, 1996, 77–100.
13. *Humphreys, P.* (2004). *Extending Ourselves: Computational Science, Empiricism, and Scientific Method*. Oxford, Oxford University Press, 182.
14. *Humphreys, P.* (2009). The philosophical novelty of computer simulation methods. *Synthese*, Vol. 169, No. 3, 615–626.
15. *Karniadakis, G.E., I.G. Kevrekidis, L. Lu, P. Perdikaris, S. Wang & L. Yang.* (2021). Physics-informed machine learning. *Nature Reviews Physics*, May, 422–440.
16. *Karpatne, A., G. Atluri, J.H. Faghmous, M. Steinbach, A. Banerjee, A. Ganguly, S. Shekhar, N. Samatova & V. Kumar.* Theory-guided data science: A new paradigm for scientific discovery from data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1612.08544> (date of access: 20.04.2025).
17. *Lenhard, J.* (2019). *Calculated Surprises: A Philosophy of Computer Simulation*. Oxford, Oxford University Press, 256.
18. *López-Rubio, E. & E. Ratti.* (2021). Data science and molecular biology: Prediction and mechanistic explanation. *Synthese*, Vol. 198, No. 4, 3131–3156.
19. *Mitchell, T.* (1980). *The Need for Biases in Learning Generalizations*. New Brunswick, NJ, Rutgers University, Department of Computer Science.
20. *Napoletani, D., M. Panza & D. Struppa.* (2021). The agnostic structure of data science methods. *Lato Sensu: Revue de la Société de Philosophie des Sciences*, Vol. 8, No. 2, 44–57.
21. *Nickles, T.* (2022). Whatever happened to the logic of discovery? From transparent logic to alien reasoning. In: W.J. González (Ed.). *Current Trends in Philosophy of Science: A Prospective for the Near Future*. Cham, Springer, 81–102.
22. *Pietsch, W.* (2015). Aspects of theory-ladenness in data-intensive science. *Philosophy of Science*, Vol. 82, No. 5, 905–916.
23. *Rueden, L. von, S. Mayer, R. Sifa, C. Bauckhage & J. Garcke.* (2020). Combining machine learning and simulation to a hybrid modelling approach: current and future directions. In: *Lecture Notes in Computer Science: Advances in Intelligent Data Analysis XVIII*. Cham, Springer International Publishing, 548–560.

24. *Srećković, S., A. Berber & N. Filipović.* (2021). The automated Laplacean demon: How ML challenges our views on prediction and explanation. *Minds and Machines*, Vol. 32, No. 1, 159–183.

25. *Stan, M.* From Metaphysical principles to dynamical laws. In: *The Cambridge History of Philosophy of the Scientific Revolution*. Available at: https://www.academia.edu/41468384/From_metaphysical_principles_to_dynamical_laws (date of access: 20.04.2025).

26. *Sterkenburg, T. & P. Grünwald.* (2021). The no-free-lunch theorems of supervised learning. *Synthese*, Vol. 199, No. 3-4, 9979–10015.

27. *Willard, J., X. Jia, S. Xu & M. Steinbach.* (2022). Integrating scientific knowledge with machine learning for engineering and environmental systems. *ACM Computing Surveys*, Vol. 55, No. 4, 1–37.

28. *Xu, H., D. Zhang & J. Zeng.* Deep-learning of parametric partial differential equations from sparse and noisy data. *Physics of Fluids*. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2005.07916> (date of access: 20.04.2025).

29. *Zednik, C.* Solving the black box problem: A normative framework for explainable artificial intelligence. In: *Explainable AI Conference Proceedings*. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1903.04361> (date of access: 20.04.2025).

Информация об авторах

Сухно Алексей Андреевич – независимый исследователь.
volyakvlasti@mail.ru

Гулин Вячеслав Владимирович – Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (119192, Москва, Мичуринский проспект, 1).
kornet104@gmail.com

Information about the authors

Sukhno, Alexey Andreevich – independent researcher.
volyakvlasti@mail.ru

Gulin, Vyacheslav Viktorovich – Ammosov North-Eastern Federal University; Lomonosov Moscow State University (1, Michurinskiy Ave., Moscow, 119192, Russia).
kornet104@gmail.com

Дата поступления 11.02.2026.
Принята к публикации 12.05.2026.

УДК: 167.2+001.8

DOI: 10.15372/PS20260203

EDN: XBWELF

В.А. Мукин, К.А. Никитин**ФИЛОСОФИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
И НАБЛЮДЕНИЯ В ЭПОХУ БОЛЬШИХ ДАННЫХ
И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Статья посвящена трансформации эпистемологического статуса эксперимента в современной физике в условиях цифровизации и роста вычислительных мощностей. Показано, что классический идеал воспроизводимого эксперимента, основанный на разделении труда теоретика и экспериментатора, утрачивает свою однозначность. На примере открытия бозона Хиггса и гравитационных волн продемонстрирована гибридная природа современного научного факта, который конструируется на пересечении теоретической модели, статистической обработки и компьютерной симуляции. Особое внимание уделяется проблеме «черных ящиков» машинного обучения и необходимости выработки критериев эпистемического доверия к алгоритмам. Обосновывается тезис о новой роли философии, которая из внешнего критика превращается во внутреннего методолога гибридных исследовательских практик, помогая ученому осознавать границы своих моделей и интерпретаций. Актуальность такого подхода подтверждается современными исследованиями в области философии и методологии науки, в том числе работами, посвященными синергетике и междисциплинарности.

Ключевые слова: философия науки; физический эксперимент; компьютерное моделирование; большие данные; эпистемология; бозон Хиггса; гравитационные волны; машинное обучение; рефлексия

V.A. Mukin, K.A. Nikitin**PHILOSOPHY OF PHYSICAL EXPERIMENT
AND OBSERVATION IN THE ERA OF BIG DATA
AND COMPUTER MODELING**

The article examines the transformation of the epistemological status of experiment in modern physics in conditions of digitalization and the growth of computing power. It shows that the classical ideal of a reproducible experiment, based

on the division of labor between theorist and experimenter, is losing its unambiguity. Using the examples of the discovery of the Higgs boson and gravitational waves, the hybrid nature of the modern scientific fact is demonstrated; this fact is constructed at the intersection of theoretical model, statistical processing, and computer simulation. Special attention is paid to the problem of “black boxes” in machine learning and the need to develop criteria for epistemic trust in algorithms. The thesis about the new role for philosophy is substantiated: it turns from an external critic into an internal methodologist of hybrid research practices, helping scientists to recognize the limits of their models and interpretations. The relevance of this approach is confirmed by contemporary research in the philosophy and methodology of science, including works on synergetics and interdisciplinarity.

Keywords: philosophy of science; physical experiment; computer modeling; big data; epistemology; Higgs boson; gravitational waves; machine learning; reflection

Введение

Современная физика переживает фундаментальную трансформацию своего метода. Если на протяжении почти четырех столетий, от Галилея до середины XX в., идеал научного познания предполагал четкое разделение труда между теоретиком, выводящим законы из первых принципов, и экспериментатором, проверяющим эти законы в контролируемых лабораторных условиях, то сегодня эта граница стремительно размывается. Как точно заметил Р. Фейнман: «Мне хочется поговорить не столько о природе, сколько о нашем отношении к ней» [4, с. 165]. Эта рефлексивная установка становится не просто философским украшением, а необходимым условием научной работы.

Актуальность темы обусловлена тем, что современная физика высоких энергий, астрофизика и космология все чаще имеют дело с явлениями, которые невозможно наблюдать непосредственно или воспроизвести в лаборатории. Открытие бозона Хиггса (2012 г.) и регистрация гравитационных волн (2015 г.) стали возможны только благодаря сложнейшим алгоритмам обработки данных и компьютерным симуляциям. По свидетельству коллабораций Европейской организации по ядерным исследованиям (CERN) и Лазерно-интерферометрической гравитационно-волновой обсерватории (LIGO), до

99,9% информации, поступающей с детекторов, отсеивается как шум, а научный факт устанавливается лишь после сопоставления с теоретическими моделями. Это ставит под сомнение привычные представления о границе между реальным экспериментом и его компьютерной моделью. Физик больше не может полагаться только на показания приборов – он вынужден рефлексировать над тем, как устроены его модели, какие допущения в них заложены и где проходят границы их достоверности. Как подчеркивает В.Д. Эрекаев, мы сталкиваемся с проблемой «существования возможных границ фундаментального физического познания» [7, с. 12]. В этих условиях философская рефлексия становится внутренним методологическим инструментом самой науки.

Новизна данного исследования заключается в анализе классической функции философии через призму современной практики физического познания. Компьютерный эксперимент рассматривается как новый тип научной реальности, требующий философского осмысления границ моделей. В отличие от традиционных подходов, где философия выступала внешним критиком готового научного знания, в настоящей работе обосновывается тезис о трансформации философии во внутреннего методолога гибридных теоретико-экспериментально-вычислительных исследовательских практик. Данный тезис находит подтверждение и развитие в современных исследованиях в области методологии науки, в частности в работах, посвященных применению синергетического подхода к анализу сложных научных практик [2; 3; 6].

Цель работы – выявить трансформацию функции философии в современной физике и обосновать необходимость критически-рефлексивного подхода как внутреннего методологического инструмента науки в условиях цифрового эксперимента и больших данных. Для достижения цели решаются следующие задачи: проанализировать классический идеал эксперимента и его ограничения; исследовать специфику современного «цифрового эксперимента»; на примере открытий бозона Хиггса и гравитационных волн показать гибридную природу научного факта; определить новую роль философии в структуре гибридных исследовательских практик.

Классический идеал эксперимента и его границы

Что такое научный эксперимент в классическом понимании? Это вопрос, заданный природе в чистых условиях. Исследователь ставит опыт, получает результат, другой ученый в любой точке мира может повторить те же действия и убедиться в правильности вывода. Этот идеал воспроизводимости, сформировавшийся в XVII в., лежал в основе институционализации науки. Р. Бойль сознательно строил практику исследования так, чтобы ее могли повторить другие ученые: публикация подробных отчетов, демонстрация опытов, обмен приборами – все это служило одной цели, состоявшей в том, чтобы сделать научный факт независимым от конкретного наблюдателя.

Философские основания этого идеала включали три ключевых допущения: универсальность законов природы (один и тот же эксперимент в Лондоне и в Париже должен дать одинаковый результат); прозрачность инструментов (прибор мыслится как нейтральный посредник); независимость наблюдателя (исследователь может и должен быть устранен из картины мира). Классическая физика исходила из принципиальной возможности отделить объект познания от субъекта и средств познания, а также из существования жесткой границы между теоретическим и экспериментальным уровнями знания [5].

Однако уже в середине XX в. этот идеал столкнулся с серьезными трудностями. Квантовая механика нанесла по нему решающий удар. Как показывает В. Гейзенберг, в современной физике наблюдение не может рассматриваться как нейтральная фиксация реальности, независимой от условий эксперимента и от средств ее регистрации [1]. В квантовом эксперименте прибор не просто регистрирует состояние – он участвует в его формировании. Наблюдатель и средство наблюдения оказываются вплетены в ткань реальности. Более того, сам язык классической физики, на котором мы описываем эксперименты, оказывается недостаточным. Мы вынуждены пользоваться классическими понятиями, зная, что они неадекватны квантовой реальности. Это порождает парадоксы, которые можно разрешить только рефлексивным усилием – осознанием границ применимости нашего языка.

Квантово-механический вызов не отменил классический идеал эксперимента, но показал его границы. Воспроизводимость остается важнейшим критерием научности, однако теперь мы понимаем: вос-

произвести эксперимент – значит не просто повторить манипуляции с приборами, но и воспроизвести всю совокупность условий, включая теоретическую интерпретацию, способ обработки данных, контекст наблюдения. Современная наука требует от исследователя не только профессиональных знаний, но и философской культуры мышления [5]. Это требование становится еще более насущным в контексте современных междисциплинарных исследований, где границы между науками становятся подвижными [3].

Специфика современного «цифрового эксперимента»

Современная физика высоких энергий, астрофизика и космология работают в принципиально иной парадигме по сравнению с классической. Исследователь имеет дело не с «чистым» явлением, а с гигантскими массивами данных, сложнейшими компьютерными моделями и алгоритмами машинного обучения, которые стали полноправными участниками научного познания.

Первый фактор – объемы информации. На Большом адронном коллайдере (БАК) детекторы ATLAS и CMS (крупные многоцелевые эксперименты на БАК) генерируют петабайты данных ежегодно. Каждую секунду происходит около 40 млн столкновений протонов, но записать все события невозможно физически. Многоуровневая система триггеров в реальном времени принимает решение: какие события стоит сохранить, а какие – отбросить как шум. По данным коллаборации ATLAS, только 0,1% всех регистрируемых событий попадает в постоянное хранилище. То, что мы называем «экспериментальными данными», представляет собой результат сложнейшего процесса селекции, в основе которого лежат теоретические представления. Современные исследования в парадигме data-driven science показывают, что сами данные не являются нейтральной «сырой данностью», а формируются в рамках процедур отбора, стандартизации, очистки и интерпретации.

Второй важнейший фактор – компьютерное моделирование, занимающее промежуточное положение между теорией и экспериментом. В философии науки компьютерные симуляции все чаще рассматриваются как особая форма научного посредничества, занимающая промежуточное положение между теорией и экспериментом [8].

В космологии моделирование играет особую роль, поскольку мы не можем поставить эксперимент над Вселенной в принципе. Нельзя «перезапустить» Большой взрыв, нельзя изменить параметры темной энергии. Единственный доступный метод – строить компьютерные модели эволюции Вселенной и сравнивать их с наблюдениями. Однако здесь возникает фундаментальная проблема: как верифицировать модель, если единственный объект для сравнения – наша собственная Вселенная в ее текущем состоянии? Модель может быть подогнана под наблюдения, но это не гарантирует ее истинности – она лишь согласуется с имеющимися данными. В космологии мы имеем дело с уникальным объектом, что делает классические представления о воспроизводимости эксперимента неприменимыми. Эта проблема уникальности объекта обостряет вопрос о фальсифицируемости космологических теорий и требует особой рефлексивной осторожности.

Третий фактор – внедрение методов машинного обучения. Нейросети используются для классификации частиц, поиска гравитационных волн и анализа космологических карт. Особенно показателен в этом отношении пример гравитационно-волновой астрономии. Классический метод обнаружения сигналов – согласованная фильтрация (*matched filtering*) – предполагает наличие заранее заданного банка шаблонов и, следовательно, опирается на предварительное теоретическое моделирование формы искомого сигнала. Это означает, что процедура обнаружения оказывается тесно связанной с теми классами физических событий, которые уже описаны в рамках существующих моделей. Между тем современные исследования показывают, что сверточные нейросети могут использоваться и для поиска слабо моделируемых или непараметризованных гравитационно-волновых транзиевтов, включая сигналы, связанные с коллапсом сверхновых, без необходимости полного жестко заданного шаблонового банка [9]. Тем самым наблюдение в подобных случаях все в большей степени приобретает характер алгоритмически опосредованной реконструкции сигнала, а не его непосредственной регистрации. Однако здесь возникает новая проблема: нейросеть нередко функционирует как «черный ящик», так что исследователь получает результат, не имея прозрачного доступа к тем признакам и внутренним корреляциям, на основании которых система пришла к выводу. Отсюда вытекает необходимость разработки методов объясни-

мого искусственного интеллекта (ХАИ) и формирования критериев эпистемического доверия к алгоритмическим процедурам, что становится самостоятельной философско-методологической задачей. Решение подобных задач, как показывает опыт философии науки, требует выхода за узкие дисциплинарные рамки и применения комплексных, междисциплинарных подходов, таких как синергетика [6].

Границы достоверности: анализ открытий бозона Хиггса и гравитационных волн

Открытие бозона Хиггса часто представляют как триумф экспериментальной физики. Однако философский анализ показывает гибридную природу этого научного факта. Во-первых, доля теории: существование бозона было предсказано в 1964 г. в рамках Стандартной модели, которая задавала диапазон масс и вероятные каналы распада. Во-вторых, доля статистики: открытие объявлено только после достижения статистической значимости в 5 сигм, что соответствует вероятности ошибки менее 0,00006% и означает выделение сигнала из колоссального фона статистическими процедурами. В-третьих, доля «сырого» сигнала: в детекторах ATLAS и CMS сырой сигнал – это электрические импульсы от тысяч каналов. Увидеть в этих импульсах «частицу» может только сложная система реконструкции событий, которая, по сути, является компьютерной моделью детектора.

Открытие гравитационных волн, предсказанных А. Эйнштейном столетием ранее, обостряет проблему до предела. Сигнал настолько слаб (относительное изменение длины плеч интерферометра составляет порядка 10^{-21}), что он полностью скрыт в шумах: сейсмических вибрациях, тепловых флуктуациях, даже звуках проезжающих мимо грузовиков. Для его выделения используется метод согласованной фильтрации – сравнение данных с теоретической моделью формы волны (например, от слияния двух черных дыр). Здесь возникает герменевтический круг: чтобы обнаружить новое явление, нужно заранее знать, как оно выглядит. До 2015 г. мы не знали, существуют ли гравитационные волны, но для их обнаружения должны были предположить, что они существуют, и точно рассчитать, как они должны выглядеть.

Анализ этих кейсов показывает, что граница между симуляцией и реальностью онтологически не фиксирована и определяется консенсусом научного сообщества на основе нескольких критериев: устойчивой воспроизводимости в разных экспериментальных условиях (хотя сам БАК уникален, его результаты воспроизводятся двумя независимыми детекторами ATLAS и CMS); согласия с теоретическими ожиданиями в разумных пределах (открытие бозона Хиггса подтвердило Стандартную модель, гравитационных волн – общую теорию относительности); статистической проверки на случайность (5 сигм стали золотым стандартом достоверности). Но все три критерия сегодня опосредованы компьютером. Воспроизводимость относится не к уникальной установке, а к процедурам обработки данных. Согласие с теорией – теория сама есть модель. Статистика считается алгоритмами, которые тоже суть модели. Проблема границ физического познания становится центральной для философии науки XXI в. [7].

Заключение

Проведенный анализ позволяет сформулировать несколько ключевых выводов. Современный научный факт утратил характер непосредственной данности. Факт сегодня конструируется на пересечении трех компонентов: теоретической модели, статистической обработки и компьютерной симуляции. Классический идеал воспроизводимости трансформируется: в условиях уникальных установок (БАК, LIGO) воспроизводимость относится к процедурам обработки данных и моделирования.

Главный вывод – о новой роли философии. Классическая философия науки была внешним критиком готового знания. Сегодня она становится внутренним методологом гибридных исследовательских практик. Философская рефлексия смещается внутрь лаборатории: она помогает ученому осознавать границы своих моделей, критически оценивать алгоритмы, видеть неявные допущения в методах обработки данных. Без этой рефлексии физик рискует либо наивно отождествить модель с реальностью, либо утонуть в океане данных, не имея критериев достоверности.

Дальнейшего исследования требуют эпистемологический статус «цифровых двойников», стандарты верификации результатов машинного обучения, этика использования непрозрачных алгоритмов в науке. Для решения этих вопросов, находящихся на стыке философии, методологии и конкретно-научного знания, нужен тот самый критически-рефлексивный подход, который был обоснован в данной работе и который успешно развивается в современных междисциплинарных исследованиях [3; 6]. Осознание этой ситуации, умение видеть границы собственных методов и одновременно не терять из виду саму природу – вот что составляет суть критически-рефлексивного мышления в современной физике.

Литература

1. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1990. 400 с.
2. Гордеев А.Ю., Мукин В.А. Эволюция представлений о самоорганизации в химических системах: от кинетических теорий к синергетике // Философия науки. 2024. № 2 (101). С. 57–67.
3. Мукин В.А., Федоров А.О. Синтетический подход к вопросу возникновения и развития науки // Философия науки. 2023. № 2 (97). С. 35–42.
4. Фейнман Р. Характер физических законов. М.: АСТ, 2017. 256 с.
5. Философия науки: Учебник для магистратуры / Отв. ред. А.И. Липкин. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. 512 с.
6. Чунихин С.С., Мукин В.А. Эффективность синергетического подхода в химическом исследовании // Философия науки. 2019. № 1 (80). С. 96–105.
7. Эрекаев В.Д. Физические онтологии и физическое познание: Философские проблемы фундаментальной физики XXI века. 2-е изд., испр. М.: URSS: ЛЕНАНД, 2023. 200 с.
8. Morrison M. Reconstructing Reality: Models, Mathematics, and Simulations. Oxford: Oxford University Press, 2015. 288 p. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199380275.001.0001.
9. Skliris V., Norman M.R.K., Sutton P.J. Toward real-time detection of unmodeled gravitational wave transients using convolutional neural networks // Physical Review D. 2024. Vol. 110, No. 10. Art. 104034. DOI: 10.1103/PhysRevD.110.104034.

References

1. Heisenberg, W. (1990). Physics and Philosophy. Part and Whole. Moscow, Nauka Publ., 400. (In Russ.).
2. Gordeev, A.Yu. & V.A. Mukin. (2024). Evolution of ideas about self-organization in chemical systems: from kinetic theories to synergetics. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 2 (101), 57–67. (In Russ.).

3. *Mukin, V.A., & A.O. Fedorov.* (2023). Synthetic approach to the problem of the emergence and development of science. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 2 (97), 35–42. (In Russ.).
4. *Feynman, R.* (2017). *The Character of Physical Laws*. Moscow, AST Publ., 256. (In Russ.).
5. *Lipkin, A.I.* (Ed.). (2018). *Philosophy of Science: Textbook for Magistracy*. 2nd ed., revised and updated. Moscow, Yurayt Publ., 512. (In Russ.).
6. *Chunikhin, S.S. & V.A. Mukin.* (2019). The effectiveness of the synergetic approach in a chemical research. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 1 (80), 96–105. (In Russ.).
7. *Erekaev, V.D.* (2023). *Physical Ontologies and Physical Cognition: Philosophical Problems of Fundamental Physics of the 21st Century*. 2nd ed., corrected. Moscow, URSS Publ., LENAND Publ., 200. (In Russ.).
8. *Morrison, M.* (2015). *Reconstructing Reality: Models, Mathematics, and Simulations*. Oxford, Oxford University Press, 288. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199380275.001.0001.
9. *Skiris, V., M.R.K. Norman & P.J. Sutton.* (2024). Toward real-time detection of unmodeled gravitational wave transients using convolutional neural networks. *Physical Review D*, Vol. 110. No. 10, Art. 104034. DOI: 10.1103/PhysRevD.110.104034.

Информация об авторах

Мукин Владимир Антонович – Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова (428015, Чебоксары, Московский проспект, 15).
mukin-va@yandex.ru

Никитин Кирилл Александрович – Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова (428015, Чебоксары, Московский проспект, 15).
krispin222@mail.ru

Information about the authors

Mukin, Vladimir Antonovich – Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (15, Moskovsky Ave., Cheboksary, 428015, Russia).
mukin-va@yandex.ru

Nikitin, Kirill Aleksandrovich – Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (15, Moskovsky Ave., Cheboksary, 428015, Russia).
krispin222@mail.ru

Дата поступления 20.04.2026.
Принята к публикации 12.05.2026.

УДК: 530.1:001.1:130.2
DOI: 10.15372/PS20260204
EDN: XJWFHR

Е.В. Зимина

ДИНАМИЧЕСКИЙ МОДАЛЬНО-СТРУКТУРНЫЙ РЕАЛИЗМ: НОМИЧЕСКАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ КАК УСЛОВИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ДИНАМИКИ

В статье защищается тезис, согласно которому номическая необходимость не может быть адекватно интерпретирована ни как регулярность распределения фактов, ни как примитивный метафизический факт, ни как производная от диспозиционных сущностей. Предлагается динамическая реконструкция структурного реализма, в рамках которой фундаментальной является структурированная пара S, T , где S – множество онтологических состояний, а T – геометрически организованная структура допустимых переходов между ними. Аргументируется, что сама определенность физической динамики логически предполагает существование такой структуры. Законы природы трактуются как выражения инвариантности T , а номическая необходимость – как внутреннее свойство ее геометрии. Показано, что без признания структуры достижимости невозможно объяснить контрфактуальную силу законов, устойчивость симметрий и масштабную универсальность физических теорий. Предлагаемая позиция формулирует модально-динамическую версию онтического структурного реализма и предлагает альтернативу гумианской и примитивистской теориям законов природы. Вопросы онтологической идентичности объектов, эмерджентности и стрелы времени будут рассмотрены в отдельной статье.

Ключевые слова: законы природы; номическая необходимость; структурный реализм; динамика; контрфактуалы; инварианты; ренормализационная группа; законы сохранения; симметрия; физические теории

E.V. Zimina

**DYNAMIC MODAL-STRUCTURAL REALISM:
NOMIC NECESSITY AS A CONDITION
FOR THE POSSIBILITY OF DETERMINATE DYNAMICS**

The paper defends the thesis that nomic necessity cannot be adequately interpreted either as a regularity of fact distribution, or a primitive metaphysical fact, or a derivative of dispositional entities. A dynamic reconstruction of structural realism is proposed, in which the fundamental structure is the ordered pair S, T where S is the set of ontological states, and T is the geometrically organized structure of admissible transitions between them. It is argued that the very determinacy of physical dynamics logically presupposes the existence of such a structure. The laws of nature are interpreted as expressions of the invariance of T , and nomic necessity as an internal property of its geometry. It is shown that without recognizing the accessibility structure, it is impossible to explain the counterfactual force of laws, the stability of symmetries, and the scale universality of physical theories. The proposed position formulates a modal-dynamic version of ontic structural realism and offers an alternative to Humean and primitivist theories of the laws of nature. The issues of ontological identity of objects, emergence, and the arrow of time will be addressed in a separate paper.

Keywords: laws of nature; nomic necessity; structural realism; dynamics; counterfactuals; invariants; renormalization group; conservation laws; symmetry; physical theories

1. Введение: проблема модальной силы законов

Физические законы обладают особым статусом. Они не только описывают регулярности, но и определяют пространство возможного. Именно благодаря законам мы можем утверждать, что определенные события невозможны, даже если они никогда не наблюдались. Законы лежат в основе объяснения, предсказания и контрфактуального анализа.

Однако философская интерпретация этой модальной силы остается спорной. В современной метафизике науки сложилось несколько конкурирующих подходов.

Гумианская традиция, восходящая к Д. Юму и развитая в работах Д. Льюиса и его последователей, утверждает, что законы природы

представляют собой элементы наилучшей системы описания распределения фактов [4; 5]. Законы не добавляют новой онтологии, они являются оптимальным обобщением фактической истории мира. Модальность законов, согласно этой позиции, не является реальной характеристикой мира, а проистекает из эффективности нашего описания. Однако эта редукция сталкивается с трудностью: она не объясняет, почему законы сохраняют свою силу в контрфактуальных ситуациях, которые никогда не реализуются.

Примитивизм, отстаиваемый Т. Мадлином, принимает законы как фундаментальные факты, несводимые к чему-либо более базовому [5]. Законы обладают модальной силой по определению, и дальнейшее объяснение не требуется. Такая позиция концептуально проста, но оставляет нераскрытой внутреннюю структуру номической необходимости, постулируя ее как необъяснимый примитив.

Диспозиционализм, представленный Б. Эллисом [3] и С. Мамфордом [6], переносит модальность в сущности объектов. Законы выводятся из внутренних свойств (диспозиций) объектов. Однако этот подход лишь смещает проблему: диспозиции сами наделяются модальными характеристиками, нуждающимися в обосновании.

Несмотря на различия, все эти позиции принимают определенность динамики как нечто самоочевидное. Между тем именно определенность динамики – различение допустимого и недопустимого переходов – и является носителем номической модальности. Настоящая работа направлена на экспликацию этого предположения и построение альтернативной онтологии, в которой законы возникают как структурные свойства пространства возможных переходов, а не как внешние управляющие принципы или обобщения фактов. Вопросы онтологической идентичности объектов, эмерджентности и стрелы времени, связанные с развиваемой концепцией, будут рассмотрены в отдельной статье.

2. Аргумент от определенной динамики

Определенная динамика означает следующее: из каждого состояния мира следует структурно ограниченное множество допустимых эволюций. Не всякий переход возможен. Любая физическая теория – от классической механики до квантовой теории поля – имплицитно

предполагает различие между допустимыми и недопустимыми переходами. Это различие фиксируется через математический формализм: уравнения движения, законы сохранения, принципы отбора, симметрии.

Сформулируем аргумент в явной логической форме.

1. Если динамика определена, то существует различие между допустимыми и недопустимыми переходами.

2. Это различие не может быть сведено к фактически реализованной истории, поскольку динамика определяет также нереализованные возможности. (В противном случае мы не могли бы судить о том, что произошло бы в контрфактуальных обстоятельствах.)

3. Следовательно, существует структура допустимого, логически предшествующая фактической истории.

Эту структуру обозначим как T . Она представляет собой множество допустимых переходов между состояниями. Важно подчеркнуть: T – не формулировка закона в виде уравнения. Разные математические формализации могут быть эквивалентны и индуцировать одну и ту же структуру достижимости. Носителем модальности является именно инвариантная структура переходов, а не конкретный синтаксис закона. Таким образом, структура допустимого не добавляется к динамике извне, она является условием ее возможности.

Данный аргумент можно рассматривать как трансцендентальный в кантовском смысле: он выявляет условия, при которых определенная динамика вообще может быть мыслима. Без постулирования структуры T мы не можем объяснить, почему из данного состояния следуют одни, а не другие изменения.

3. Онтологическая реконструкция: структура S, T

Исходя из аргумента, предлагается принять в качестве фундаментальной структуры пару S, T .

S – множество онтологических состояний мира. Под онтологическим состоянием понимается конкретная, полностью специфицированная конфигурация мира (или его рассматриваемой части) в данный момент времени, независимая от нашего описания и языковых

средств. Это понятие соответствует тому, что в метафизике часто называют «положением дел» (state of affairs) [1]. Выбор фундаментальной репрезентации (например, волновая функция вселенной в квантовой космологии или конфигурация полей в классической теории поля) является вопросом физической теории; сама структура S , T предполагает, что такая репрезентация существует и однозначно фиксирует все физически значимые различия.

$T \subseteq S \times S$ – отношение достижимости между состояниями. Однако T не является произвольным отношением. Оно обладает внутренней геометрией, которая придает динамике определенность и структуру.

В классической механике пространство состояний (фазовое пространство) имеет симплектическую структуру, определяющую скобки Пуассона и гамильтонов поток. Симплектическая геометрия выделяет класс допустимых траекторий как интегральные кривые гамильтонова векторного поля. Именно симплектическая структура, а не сами уравнения является носителем динамической определенности.

В квантовой механике пространство состояний – гильбертово пространство, наделенное унитарной геометрией. Допустимые переходы задаются унитарными операторами эволюции, а вероятности переходов определяются скалярным произведением. Унитарная структура фиксирует класс допустимых преобразований и инварианты (норму вектора состояния).

В квантовой теории поля дополнительную роль играют калибровочные симметрии. Пространство состояний факторизуется по калибровочным преобразованиям, и допустимые переходы должны сохранять калибровочную инвариантность. Это накладывает дополнительные геометрические ограничения на T .

Таким образом, геометрия T задает

- непрерывность динамики (топологию пространства состояний);
- класс допустимых траекторий (дифференциальную структуру);
- автоморфизмы (симметрии), сохраняющие геометрию;
- инварианты – величины, остающиеся постоянными вдоль допустимых траекторий или преобразующиеся ковариантно.

Законы природы в этой картине выражают инвариантность геометрии T . Они не являются самостоятельными сущностями, управ-

ляющими динамикой, а представляют собой структурные свойства самой динамической структуры.

Признание реальности геометрии T не является гипостазированием математики. Согласно онтическому структурному реализму [4], математические структуры, воплощенные в физическом мире, обладают онтологическим статусом именно как свойства мира, а не как платоновские сущности. Отказ от реальности этих структур ведет к инструментализму, который не может объяснить стабильность и универсальность физических теорий – тот факт, что различные микроскопические реализации сходятся к одним и тем же макроскопическим инвариантам.

Важно подчеркнуть, что предлагаемая онтология не объясняет, почему фундаментальная геометрия T_0 имеет именно такие, а не иные свойства. Это вопрос эмпирической физики: конкретная структура T_0 выводится из наших лучших фундаментальных теорий (например, из уравнений квантовой гравитации) и может уточняться по мере развития науки. Метафизическая задача состоит не в предсказании геометрии, а в демонстрации того, что некоторая геометрия необходима для самой возможности определенной динамики, и в прояснении концептуальных следствий этого факта. Аналогично тому как в общей теории относительности метрика пространства-времени принимается как фундаментальная структура, а ее конкретная форма определяется распределением материи, здесь геометрия T_0 является первичной данностью, подлежащей эмпирическому исследованию.

4. Номическая и метафизическая необходимость

Важно строго различать два типа необходимости.

Метафизическая необходимость – истинность во всех логически возможных мирах. Она относится к сфере чистой логики и онтологии возможных миров. Например, утверждение « $2 + 2 = 4$ » метафизически необходимо.

Номическая необходимость – истинность во всех состояниях, достижимых в рамках фиксированной структуры T . Это внутренняя характеристика данного мира. Утверждение «электроны имеют отрицательный заряд» номически необходимо: оно следует из инвариантности структуры допустимых переходов для электронов.

T может быть глобально контингентной. Иной мир мог бы обладать иной структурой допустимого. Однако внутри данной структуры ее инварианты необходимы. Это сочетание глобальной контингентности и локальной необходимости характерно для многих метафизических теорий законов.

Таким образом, номическая необходимость не требует апелляции к множеству возможных миров, она коренится в геометрии допустимого в нашем мире. Это делает позицию онтологически экономной и избавляет от необходимости постулировать бесконечное множество конкретных возможных миров.

5. Критический анализ гумианства

Гумианская теория трактует законы как элементы наилучшей системы описания фактических регулярностей. Эта позиция сталкивается с несколькими серьезными трудностями, которые мы рассмотрим подробно.

5.1. Контрфактуалы. Контрфактуал «если бы *A*, то *B*» может быть истинным даже в случае, когда *A* никогда не реализовывалось. Например, «если бы этот конкретный стакан упал на каменный пол, он бы разбился» истинно для стаканов, которые никогда не падали. Его истинность не зависит от частоты событий. Если законы – лишь обобщение фактической истории, то их способность обеспечивать контрфактуальную модальность требует дополнительного объяснения. Гумианец может апеллировать к тому, что в системе описания используются универсальные утверждения, но это не дает онтологического обоснования.

5.2. Устойчивость симметрий. Физические симметрии (например, лоренц-инвариантность, калибровочные симметрии) сохраняются при смене теоретических описаний. Они переходят из классической физики в квантовую, из квантовой механики в теорию поля. Их устойчивость трудно объяснить как случайное свойство распределения фактов. Если законы – лишь обобщение истории, то почему история подчиняется именно этим симметриям, а не каким-то другим? Гумианство оставляет этот вопрос без ответа, тогда как струк-

турная интерпретация видит в симметриях проявление инвариантности геометрии T .

5.3. Масштабная универсальность. Ренормализационная группа демонстрирует, что широкий класс микроскопических динамик сходится к одним и тем же макроскопическим инвариантам. В критических явлениях показатели универсальны и не зависят от деталей взаимодействия [3]. Если законы – лишь описание истории, то такая универсальность оказывается эмпирическим фактом, не получающим объяснения в рамках гумианской онтологии. Структурная интерпретация объясняет ее через инвариантность эффективной структуры достижимости T_{eff} (структуры, возникающей при усреднении по микроскопическим степеням свободы или применении ренормализационной группы): разные микроскопические реализации могут порождать одну и ту же макроскопическую геометрию допустимого.

Различие между позициями заключается в локализации объяснительного ресурса: гумианство апеллирует к структуре истории (фактам), динамический структурный реализм – к структуре достижимости, которая онтологически первична.

6. Инварианты: определение, роль и онтологический статус

Инварианты – центральный «мост» между геометрией допустимого и тем, что в физике обычно называют законами сохранения и объективными величинами. Поэтому их статус должен быть прояснен отдельно.

6.1. Определение. Пусть S, T – структура состояний и допустимых переходов. Инвариант можно определить двумя взаимосвязанными способами.

1. *Инвариант вдоль траекторий.* Функция $I: S \rightarrow V$ (где V – некоторое множество значений) является инвариантом, если для любой допустимой траектории γ в T значение $I(\gamma(t))$ постоянно (или сохраняется в заданной ковариантной форме). Например, энергия сохраняется вдоль траекторий гамильтоновой системы.

2. *Инвариант относительно автоморфизмов.* Пусть $\text{Aut}(T)$ – группа автоморфизмов, сохраняющих геометрию T . Тогда I является инвариантом, если для любого $g \in \text{Aut}(T)$ выполняется $I(g(s)) = I(s)$. Это означает, что инвариант не меняется при всех преобразованиях, сохраняющих структуру допустимости.

Обе формулировки фиксируют одно и то же: инвариант – это не отдельная сущность, а устойчивое различие, встроенное в структуру допустимого. Он выражает тот факт, что некоторые свойства состояний остаются неизменными при всех допустимых эволюциях.

6.2. Роль инвариантов в модальности. Инварианты выполняют две функции.

Во-первых, они структурируют достижимость: если два состояния различаются по инварианту, между ними нет допустимой траектории (или она запрещена при фиксированном наборе условий). Именно так инварианты «размечают» пространство возможного. Например, сохранение электрического заряда запрещает переходы, в которых полный заряд меняется.

Во-вторых, они являются опорой объяснения: объяснить событие часто означает показать, что оно следует из сохранения (или из ковариантного преобразования) некоторой величины при допустимом ходе эволюции. Это связывает инварианты с номической необходимостью: необходимость выражается не через отдельные «управляющие» законы, а через невозможность нарушить инвариантность геометрии T .

6.3. Онтологический статус. Предлагаемая позиция избегает двух крайностей:

- *платонизма*: инварианты не существуют как отдельные абстрактные объекты «поверх» физического мира;
- *инструментализма*: инварианты не сводятся к удобным параметрам описания.

Инварианты имеют производный, но объективный онтологический статус: они не добавляют новых сущностей, но выражают реальные устойчивости геометрии допустимого. Иными словами, инва-

рианты – это не вещи, а структурные характеристики T , без которых неопределима сама динамика.

6.4. Возражение и ответ.

Возражение. «Если инварианты производны от T , то вы просто переименовали законы сохранения».

Ответ. Законы сохранения как формулировки могут меняться при смене формализма и интерпретации, тогда как инварианты фиксируются через группу автоморфизмов и геометрию допустимого. Важна именно структурная инвариантность, а не лингвистическая форма «закона». Кроме того, инварианты могут быть нетривиальными даже при отсутствии явных законов сохранения (например, топологические инварианты).

Промежуточный вывод. Инварианты – необходимые структурные компоненты S, T , обеспечивающие различие возможного/невозможного и тем самым «несущие» номическую необходимость.

7. Контрфактуалы: имманентная семантика и динамическая близость

Контрфактуалы – главный тест на теорию законов. Любая позиция, сводящая законы к истории (или к эпистемическим критериям), сталкивается с тем, что контрфактуальные истины не редуцируются к статистике реализованного.

7.1. Проблема для регулярностных теорий. Утверждение «если бы этот стакан упал, он бы разбился» может быть истинным даже в мире, где данный стакан никогда не падал. Истинность зависит от допустимых переходов (при определенных условиях), а не от фактической частоты событий. Гумианец может попытаться спасти ситуацию, включив в систему обобщения о «всех стаканах», но это не объясняет, почему такие обобщения имеют силу в отношении данного стакана.

7.2. Предлагаемая семантика. Контрфактуал $A \backslash \text{boxright} B$ (в номическом смысле) истинен тогда и только тогда, когда:

1) состояние (или класс состояний), удовлетворяющее A , совместимо с T при фиксированном классе допустимых вмешательств;

2) из A достижимы только такие траектории (или доминирующий класс траекторий), которые приводят к B при прочих равных.

Под «допустимыми вмешательствами» понимаются такие изменения начальных условий или внешнего окружения, которые сами не нарушают структуру T (т.е. остаются в пространстве допустимых переходов).

7.3. Релевантные траектории и геометрия T . Не всякая формально допустимая траектория релевантна контрфактуалу. Геометрия T обычно выделяет «привилегированный» класс траекторий, которые естественно считать «нормальным» ходом событий при данных обстоятельствах. В классической механике это экстремали действия (принцип стационарного действия). В квантовой теории – амплитуды перехода, где вклад траекторий взвешен фазой, а интерференция подавляет «нерелевантные» пути. Тем самым «близость» и «нормальность» не постулируются метафизически (как в семантике возможных миров), а извлекаются из внутренней структуры динамики.

7.4. Смысл модальной силы законов. Номическая модальность проявляется здесь напрямую: контрфактуалы истинны не потому, что мы удачно систематизировали историю, а потому, что структура T фиксирует, какие переходы остаются возможными при допустимых вариациях условий. Это дает имманентную семантику, не требующую обращения к возможным мирам или примитивным законам.

Промежуточный вывод. Контрфактуальная сила законов – это не добавка к физике, а выражение структуры достижимости, заданной S, T .

8. Масштабная универсальность и ренормализация как аргумент за приоритет структуры допустимого

Чтобы теория S, T не выглядела чисто метафизической, важно показать, что она реально объясняет то, что регулярностные теории либо описывают постфактум, либо объясняют ценой дополнительных допущений.

8.1. Факт универсальности. Ренормализационная группа (в физической интерпретации) показывает, что при переходе к крупным

масштабам множество различных микроскопических реализаций приводит к одному и тому же макроскопическому поведению. Это особенно ясно в критических явлениях: критические показатели (например, коэффициенты степенных законов) оказываются независимыми от деталей микродинамики и определяются только размерностью пространства и симметриями [2].

8.2. Что именно нужно объяснить философски. Философская проблема здесь не в том, что существуют регулярности, а в том, что они

- устойчивы к изменению микроописания;
- инвариантны при масштабном «сглаживании»;
- повторяются в различных физических носителях (магнетики, жидкости, квантовые поля).

Если законы – элементы лучшей систематизации истории, то универсальность оказывается эмпирическим фактом, не получающим объяснения в рамках гумианской онтологии. Гумианство может лишь констатировать это совпадение, но не объяснить его.

8.3. Структурное объяснение. В динамическом модально-структурном реализме универсальность трактуется как признак того, что на макроуровне определяющим является не «история» микрособытий, а инвариантная структура достижимости, сохраняющаяся при вариации деталей. Иначе говоря, разные микродинамики могут реализовывать один и тот же класс эффективных переходов T_{eff} (структуры достижимости для подсистемы, получаемой из фундаментальной T путем усреднения или ренормализации), а значит – одну и ту же макрогеометрию допустимого.

8.4. Возражение и ответ.

Возражение. Гумианец тоже может включить универсальность в лучшую систему, просто отметив, что она имеет место.

Ответ. Включить – да, но объяснение остается эпистемическим: «так удобнее описывать». Структурная позиция дает онтологическое объяснение: универсальность – следствие инвариантности достижимости при масштабных преобразованиях, т.е. свойства T (или T_{eff}), а не свойства наших описаний. Это различие важно: гумианство

не может объяснить, *почему* универсальность имеет место; структурный реализм предлагает объяснение через геометрию допустимого.

Промежуточный вывод. Ренормализация предоставляет эмпирически мотивированный аргумент в пользу приоритета структуры допустимого над конкретной микроскопической реализацией и над «корпусом фактов».

9. Заключение

Предложенная реконструкция утверждает, что номическая необходимость следует из геометрии допустимого. Фундаментальной является структура S, T , где T задает отношение достижимости и его геометрическую организацию. Законы природы трактуются как выражения инвариантности T . Контрфактуальная сила законов объясняется через достижимость при допустимых вмешательствах, масштабная универсальность – через структурную устойчивость T_{eff} к вариациям микродинамики.

Фундаментальны не субстанции и не «управляющие» законы как внешние сущности, а ограничения трансформируемости, делающие динамику определенной. Эта позиция предлагает альтернативу гуманизму, примитивизму и диспозиционализму, сохраняя сильные стороны структурного реализма и укореня модальность в имманентной геометрии мира.

Дальнейшее развитие модели предполагает анализ ее приложений к проблемам онтологической идентичности объектов, эмерджентности и стрелы времени. Этим вопросам будет посвящена отдельная работа.

Литература

1. Армстронг Д.М. Универсалии и научный реализм. М.: Канон+, 2011. 368 с.
2. Batterman R. W. The Devil in the Details: Asymptotic Reasoning in Explanation, Reduction, and Emergence. Oxford: Oxford University Press, 2002. 160 p.
3. Ellis B. Scientific Essentialism. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 326 p.
4. Lewis D. On the Plurality of Worlds. Oxford: Blackwell, 1986. 288 p.

5. *Maudlin T.* The Metaphysics Within Physics. Oxford: Oxford University Press, 2007. 256 p.
6. *Mumford S.* Laws in Nature. London: Routledge, 2004. 256 p.

References

1. *Armstrong, D.M.* (2011). Universals and Scientific Realism. Moscow, Kanon+ Publ., 368. (In Russ.).
2. *Batterman, R.W.* (2002). The Devil in the Details: Asymptotic Reasoning in Explanation, Reduction, and Emergence. Oxford, Oxford University Press, 160.
3. *Ellis, B.* (2001). Scientific Essentialism. Cambridge, Cambridge University Press, 326.
4. *Lewis, D.* (1986). On the Plurality of Worlds. Oxford, Blackwell, 288.
5. *Maudlin, T.* (2007). The Metaphysics Within Physics. Oxford, Oxford University Press, 256.
6. *Mumford, S.* (2004). Laws in Nature. London, Routledge, 256.

Информация об авторе

Зими́на Екатерина Владимировна – независимый исследователь (Москва).
anikinakat@gmail.com

Information about the author

Zimina, Ekaterina Vladimirovna – independent researcher (Moscow, Russia).
anikinakat@gmail.com

Дата поступления 02.03.2026.
Принята к публикации 12.05.2026.

УДК: 001.8

DOI: 10.15372/PS20260205

EDN: ZFGOBV

Ю.В. Нестерович**ОЧЕРК ОПТИМИЗАЦИИ ПОНЯТИЯ
НАУЧНОЙ ТЕОРИИ**

Показывается, что многозначность термина «научная теория» и диффузность его значения деформируют применение аппарата теории научных знаний. Предлагаются варианты оптимизации понятия, обозначаемого как «научная теория», и его связи с понятиями системы теоретических знаний и системы надэмпирических знаний.

Ключевые слова: оптимизация и экспликация понятий; оптимизация понятия теории; система научных знаний; система теоретических знаний; система трансэмпирических знаний

Yu.V. Nesterovich**ESSAY ON OPTIMIZING THE CONCEPT
OF SCIENTIFIC THEORY**

The article shows that the polysemy of the term “scientific theory” and the diffuse nature of its meaning distort the application of the tools of scientific knowledge theory. It proposes options for optimizing the concept of “scientific theory” and its relationship to the concepts of a system of theoretical knowledge and a system of supra-empirical knowledge.

Keywords: optimization and explication of concepts; optimization of the concept of theory; system of scientific knowledge; system of theoretical knowledge; system of trans-empirical knowledge

Рассматриваемая проблема поднималась на проведенной Институтом философии НАН Беларуси конференции [12]. Методологические замечания к построению развитой системы знаний о научных знаниях сводятся к следующему.

Первостепенным признаком формирования теоретических знаний (теорий) на стадии развитой науки В.С. Степин считает наличие фундаментальных теоретических схем с обилием объясняющих конструкторов. Такая модель ориентирована на практику построения знаний в опытных науках, в которых преобладают теоретические знания, а одна из их особенностей – функция предсказания. Эта модель непригодна для описания логики, математики и проч. В.С. Степин выделяет как характерную черту способа построения знаний на стадии развитой науки (основанного на выдвижении гипотетических моделей и идеализированных предметов) «получение эмпирических зависимостей как следствий из теоретических постулатов» и утверждает, что оно достижимо только для «особого типа знаний – теории» [23, с. 57–60, 142–176] (обращаем внимание, что такое рассуждение основано на неверной типологизации и невыверенной таксономии: *теория – система, а не тип знаний*). Между тем для многих областей и систем знаний первостепенны и метатеоретические, предметные онтологические знания, и иные виды знаний, и в них не устанавливаются эмпирические зависимости. В целом, по мере перехода на стадию развитой науки возрастает роль построений с предельным обобщением знаний, а в таких построениях перечисленные виды знаний весьма значимы. Допуская формирование иных видов знаний, нежели теоретические, *и иных систем знаний, нежели теория*, мы полагаем первостепенным для многих из них наличие терминосистем, характеризующихся терминоведческой выверенностью и логико-эпистемологической непротиворечивостью (в том числе и внешней) разветвленного понятийного аппарата, охватывающего экспликацию и оптимизацию базисных понятий, а по отношению к обобщающим построениям – обоснование релевантных такого типа терминосистем и такого профиля аппаратам базисных схем, обобщающих не только частные, но и общие системы трансэмпирических (синонимично: надэмпирических) знаний (далее – СТЭЗ).

Отсутствие в теории научных знаний (ТНЗ) выверенной терминосистемы и откоррелированной системы понятий приводит к несообразностям изложения. С.А. Лебедев характеризует «метатеоретический уровень» как «конструктивную надстройку над теоретическим уровнем знания», *теорию* – как «конструктивную мыслительную надстройку над эмпирическим уровнем знания», «относительно самостоятельную структуру по отношению к эмпирическому знанию» [8, с. 103]. При таком изложении *теория* в определенных пределах *отождествляется с теоретическим знанием*. Изложение теории зачастую семантически полиморфно (семаполиморфность возникает в изложении, концептуализации и когда для понятия берется ряд обычно равнообъемных/пересекающихся понятий, имеющих вид $K = (P_1, P_2, \dots, P_n)$, где K – концепт, P – понятие) и включает разные логические роды. Например, теория – система научных знаний (СНЗ), форма их организации, особый их тип.

В идейном плане в качестве предпосылки интенсивного развития ТНЗ рассматриваем концепцию В.С. Швырева о разнообразии форм надэмпирического знания, концепцию перехода на стадию развитой науки В.С. Степина и др. Переход ТНЗ на стадию развитой науки достигаем при применении междисциплинарного подхода, осуществлении междисциплинарной проекции продуктивного сопряжения трактовок научной теории и корреляции с тематически смежными понятиями. В проблемном плане следует иметь в виду, что сегодня:

1) не сбалансировано соотношение состава теории в семиотическом, эпистемологическом и логическом ракурсах, не откоррелированы понятия языка науки, знания, концептов, совокупности высказываний и проч. В качестве компонентов теории выделяются на одном уровне описания и формы выражения результатов мышления, и логические действия, и формы представления знаний: высказывания, правила вывода, доказательства, законы, идеализированные объекты и др. Подчеркивается значимость для ТНЗ экспликации понятия знания [22; и др.], но экспликация понятия без отмеченной корреляции малопродуктивна;

2) в эпистемологическом аспекте игнорируется установление в составе теории доли видов предметных знаний либо остается неясной степень вхождения в нее других видов знаний, кроме теоретических;

3) имеет место явная ориентация на форму организации знаний в эмпирических науках. В уточнении нуждается эпистемологический аспект раскрытия понятия теории; его *логический аспект* формализован (совокупность высказываний, замкнутых относительно логического следования, и т.п.). Недопустима редукция эпистемологических трактовок теории (охватывающих структурный и функциональный аспекты) к логическо-методологическим, уже поскольку ей соответствует неполнота охвата сущности теории.

Экспликация – логико-семантическая процедура по уточнению понятий и утверждений естественного или искусственного языка с помощью устранения выявленных в них неясностей/неточностей относительно взятого объекта исследования. Мы по мере накопления значительного опыта экспликации базисных понятий [16; 19; и др.], убедились в недостаточной эффективности экспликации понятий при выходе в междисциплинарную плоскость, особенно при формировании общих интертеорий и при востребованности процедуры их оптимизации [9; 18; и др.]. Эффективному упорядочению понятийного аппарата внутри дисциплины и при междисциплинарном взаимодействии способствует процедура оптимизации понятий, осуществляемая в соответствии с критерием достижения непротиворечивости (не только внутренней, но и внешней) теоретизации (концептуализации). В ее основе лежит установление оптимумов значений терминов в результате *логического вывода из корреляции базисных понятий*. В целом, оптимальность получаемых значений терминов обосновывается доказательством *достижения максимального устранения несоразмерностей изложения, концептуализации, построения базисных схем* [10]. Кардинальное отличие оптимизации понятий от экспликации заключается в том, что она охватывает уточнение не только объема/содержания отдельных понятий, но и *их соотношения и связи*.

В инструментальном плане предпосылкой эффективной оптимизации предполагаем наличие методологической стратегии метатеоретического трансдисциплинарного координирования *знаний* [11], а предельным следствием – построение общих интертеорий [13; 18; и др.]. Условиями ее осуществления являются:

1) преодоление доминирования шаблона стандартной модели научной теории (СМНТ), восходящей к ее позитивистской модели, касающейся лишь описания эмпирических наук. В ней теория – система «логико-математических выражений», включающих теоретические термины, протокольные предложения опыта и правила соответствия; изъян ее (устраняемый построением объектной теоретико-операциональной модели) – неохватывание модельного слоя знаний [25, с. 143–156, 232–261]. Предметная ограниченность СМНТ снижает ее общеэпистемологический потенциал, делая ее экстраполяции на предметные области иных конгломератов науки – гуманитаристики, технического, нормативно-методического знания и проч. – заведомо методологически неэффективными;

2) устранение многозначности термина «теория» и диффузности его значения. Многозначность проявляется в его употреблении, когда в качестве референта берется совокупность теоретических знаний вместе с элементами эмпирических знаний, с элементами других видов научных знаний, входящих в СТЭЗ. Он используется для обозначения СНЗ, включающих элементы нормативных, модельно-проектных, метатеоретических знаний (в том числе с их преобладанием) и др. С одной стороны, в рамках СМНТ теория охватывает формы знания, прежде всего теоретические схемы и законы, соотносимые с эмпирическими фактами и зависимостями, конструкты, востребованные для связи базисных понятий и проч. С другой стороны, за пределами СМНТ в состав СНЗ, обозначаемых термином «теория», адекватно включают и формы иных предметных *надэмпирических знаний*, нежели теоретические знания, минимум онтологических (о сущности объектов) и аксиологических (о ценности объектов) знаний. В этом случае понятие теоретического знания *не выступает экспликатом понятия научной теории*.

Необходимость оптимизации понятия, терминируемого как «научная теория», в рамках коррекции со «смежными» понятиями. Эта необходимость соответствует переходу ТНЗ на стадию развитой науки и вызвана:

1) многозначностью термина «научная теория» и диффузностью его значения, несоразмерностями и семантической полиморфностью (допустимостью разных интерпретаций) при его использовании в эпистемологии, методологии и иных разделах философии науки (дискуссия Н. Кэмпбелла и К. Гемпеля показала равнообоснованность включения аналогии в структуру теории в ракурсе ее эпистемологической интерпретации);

2) неточностью идентификации многих СТЭЗ как теорий. В частности, для многих областей знаний (среди них – ТНЗ) характерна организация знаний в системы метатеоретических знаний (для которых теории – лишь объект анализа). В системах знаний о методах первостепенна роль нормативных знаний. Формируемые в истории (т.е. «исторической науке» без охвата специальных и вспомогательных исторических дисциплин) концепции неадекватно характеризовать как «теории», уже поскольку в них не устанавливаются законы, а предсказания обладают лишь символической эффективностью [21]. Для СНЗ технико-технологических наук характерна первостепенная роль онтологических и модельно-проективных знаний, образующих тесное единство с теоретическими. В них характер и качество связи теоретических и эмпирических знаний не имеют решающего значения для построения СНЗ. В них возникают знания, которые «не могут быть полностью отнесены к теоретическим или эмпирическим, поскольку предполагают их синтез» [24, с. 497–533]. В СНЗ социально-технологических наук первостепенна роль прескриптивных знаний. В СНЗ документально-информационных наук (документоведения, книговедения и проч.) и смежных с ними формируется подвид СНЗ, в котором главную роль играют нормативно-методические, инструктивные знания [14].

В терминоведческом плане приемлемо усматривать неполнозначность термина «научная теория» при обозначении им: 1) СНЗ, в которую входят эмпирические знания; 2) СНЗ, в которую входят иные

виды надэмпирических знаний, нежели теоретические знания. При этом рамки параметра неполнозначности для него коррелятивны корреляции сетки понятий. Коррелятивная семантическая связь теории и теоретических знаний обусловлена тем, что в СНЗ, продуцирующих теоретические знания, последние неразрывно связаны с эмпирическими, соответственно, такие СНЗ выполняют отличительную базовую функцию – функцию организации эмпирических знаний и упорядочения взаимодействия теоретических и эмпирических знаний. Между тем для СНЗ математики характерно полное отсутствие связи с эмпирическими знаниями. Хотя не всякое математическое конструирование и доказательство имеют «абсолютно априорный характер», тем не менее эмпирические знания не входят в СНЗ математики. А онтологические предпосылки математики существеннее ее эмпирической предпосылки, поскольку исходные представления математики имеют «онтологическую (категориальную) природу» [24, с. 25–69]. При типологизации знаний, входящих в СНЗ, продуцируемые в математике и логике знания мотивированно идентифицировать лишь как «инструментально-теоретические знания», вне такого вхождения их нередко характеризуют как «формально онтологические» (Г. Кюнг и др.).

В методологии науки отсутствует однозначное решение вопроса о включении эмпирических элементов в состав теории. М. Бунге обобщил типы взаимоотношений теории и эмпирических данных в физических науках, он констатировал: в теориях эмпирических наук фактические данные находятся на входе теории, предсказательные данные – на ее выходе. И более категорично утверждал, что и в эмпирических науках «теория не может иметь какого-либо эмпирического содержания» [2, с. 64–70, 330–332]. Несоразмерность такой концептуализации устраняло бы *различение теории и СНЗ* с допущением включения в состав одной из этих СНЗ эмпирических элементов и отнесением входных и выходных данных к той из них, которую наделили признаком данного включения. В трудах В.С. Швырева эмпирический базис (т.е. не отдельные эмпирические элементы), с одной стороны, полагается компонентом теории, но с другой стороны, он – лишь *условие* ее построения. Теория, в свою очередь, продуцирует эмпирические данные, факты, детерминирует способы

их построения. Из концептуализации В.С. Швырева приемлемо заключить, что они тесно связаны с теорией. В.С. Степин отмечает: построение развитой теории может опираться на теоретические знания предшествующего уровня в качестве *эмпирического материала*. Механика Ньютона создавалась через обобщение теоретических моделей и законов разных видов. Из этого вытекает, что чем выше степень теоретических обобщений, тем более теория отделяется от связи с эмпирическими знаниями. Из данного В.С. Степиным пояснения изменения способа построения теоретического знания в развитой науке (кратко: на смену отношениям идеальных объектов, представляющим собой схемы практических действий, приходят схемы, «конструируемые на основе оперирования ранее создаваемыми идеальными объектами») [23, с. 383, 395, 704] отграничение эмпирических результатов исследования от теории следует категоричнее.

Краткий анализ трактовок научной теории в постсоветской философии науки. Формирование полновесной дефиниции научной теории предполагает, наряду с раскрывающей ее сущность предметной характеристикой, перечисление предъявляемых к такой СНЗ требований, указание ее состава. Спектр ее свойств в целом стабилизирован при частных колебаниях [26, с. 19].

Выделим условно стандартную *эпистемологическую* трактовку научной теории, раскрывающую ее функциональный характер. А.С. Кармин и Г.Г. Бернацкий дают следующую формулировку: «логически упорядоченная система знаний об объектах, в которой строятся их мысленные модели и формулируются законы, объясняющие и предсказывающие... факты и закономерности» [5 с. 410]. Также выделили ее стандартную логическую трактовку (она имеет изъяном игнорирование функционального аспекта), соответствующую синтаксической модели: совокупность высказываний (аксиом и теорем), замкнутых относительно логической выводимости. Применяя аксиоматический подход, эту трактовку приемлемо переформулировать: теория – логически упорядоченная система знаний, в том числе и относительно правил вывода. В.А. Бочаров и В.И. Маркин квалифицируют подобную модель как «формальное понятие» теории. А «содержательное понятие» теории они определяют функционально как

«систему знаний, посредством которой описываются, объясняются, систематизируются и предсказываются наличие или отсутствие в некоторой предметной области тех или иных фактов». Они отмечают, что *содержательное понятие* о ней «непригодно для целей логического анализа». Заметим, что предложенное этими авторами содержательное понятие теории непригодно и для эпистемологического обобщения, оно исключает из состава теорий как минимум системы знаний логики и математики. А формулировка его несоразмерна: из-за использования функтора «посредством» теория предстает лишь *средством*, но не *результатом* познания. Из пояснения В.А. Бочаровым и В.М. Маркиным специфики научной теории: в ней «действуют чрезвычайно жесткие процедуры установления и проверки истинности актуальных и теоретических положений» [1, с. 449] – вытекает конституирование ими предельно строгих требований к построению научной теории при рестриктивности ее состава видами и слоями эмпирических и теоретических знаний и игнорированием иных видов и слоев надэмпирических знаний. Такое конституирование в целом нерелевантно постнеклассическому идеалу научной рациональности, не требующему предельной строгости представления результатов исследования [7].

Е.К. Войшвилло и М.С. Дегтярев утверждают: «как система знаний – в отличие от простой совокупности знаний, каковой является, например, обыденное знание, – теория включает в себя круг понятий и высказываний, логически связанных между собой» взаимопределяемостью. Принятую в математической и логической литературе трактовку теории (множество высказываний, замкнутое относительно логической выводимости) они дополняют гносеологической характеристикой «форма знания» (между тем теория – основная *форма организации* научного знания, а формой знания выступают вопрос, гипотеза и проч.). И эпистемологической характеристикой – указанием на наличие *обоснованных* знаний [4, с. 442–444] (это недостаточный параметр для идентификации научных знаний, мы определяем в качестве основных параметров отнесения знаний к научным их достоверность, верифицированность, общезначимость [17]). Множит несоразмерности концептуализации этими авторами «теории как формы и системы знаний» обоснование теории еще в придачу

и «формой отображения действительности в мышлении», наряду с понятием и суждением (тем самым присутствует интерференция понятия теории с понятиями научной теории и формы познания). Е.К. Войшвилло обосновывает как «особый класс теорий» «теории методологического характера, изучающие методы и приемы познания» (они охватывают «многие разделы математики и часть содержания логики»), но такое обоснование несоразмерно, поскольку «особому классу теорий» соответствует более широкое по объему понятие, нежели понятие, соответствующее (нормальному) «классу теорий»; в состав последних автор включает предложения соответствия. Его логико-эпистемологические построения впадают в коллапс, если учитывать развиваемую им концепцию «понятия как системы знаний», в которой утверждается, что полное содержание понятия в виде «множества теорем системы, доказуемых на основе аксиом», может выступать «самостоятельной теорией» [3, с. 158–159]. Поскольку при этом исчезает непротиворечивое разграничение понятий теории, состава теории – «совокупности взаимосвязанных понятий и высказываний», высказывания и понятия.

Получила распространение утрированная трактовка научной теории с уточнением ее объекта – как логически организованного множества высказываний о конкретном классе идеализированных объектов (конструкций мышления), их свойств, отношений, изменений (Б.С. Грязнов, С.А. Лебедев и др.), редуцирующая теорию, т.е. высшую форму организации научного знания (ФОНЗ), к теоретическому знанию (основному виду знаний, фундирующих состав теории). Эта трактовка исключает из состава теории не только фактические высказывания, но и интерпретационные, оставляя лишь теоретические. Выделение такого ее объекта прямо противоречит положению о том, что предметом теорий естественно-научного характера «являются некоторые области или аспекты *реальной действительности*» [4, с. 447]. Предложенная Д.П. Горским семаполиморфная дефиниция: «теория – наиболее развитая ФОНЗ, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях определенной области действительности» [6, с. 182] – содержит элемент тавтологии, если учесть, что онтологически закон – инвариантная связь элементов. Рассуждение о «связях действительности» *не исключает* из видового состава

теории *эмпирические знания*, тем не менее в приводимом автором четырехкомпонентном составе теории (исходные основания теории, идеализированный объект, или абстрактная модель, ее логика, законы и утверждения законов) они не допускаются, хотя окончательно вопрос об их включении в нее не решен. В отличие от них и от выдвигаемого В.С. Степиным, объектом теории у Д.П. Горского выступают не теоретические схемы, являющиеся идеальными моделями, а эмпирические и теоретические знания (прежде всего законы).

В.С. Степин, описывая генезис и развитие форм научного познания, «сглаживает» (едва ли не элиминирует) стадию становления науки, иначе говоря, «сдваивает» эту стадию со стадией развития науки: он рассуждает о «преднауке и развитой науке», о новом способе построения знаний (связанном с развитием математики и выдвижением гипотетических моделей в естествознании), с применением которого «кончается этап преднауки и начинается наука в собственном смысле». В.С. Степин утверждает, что с применением данного способа в научном познании «формируется особый тип знаний – теория» [23, с. 36–58]. Однако соразмерно излагать, что видом знаний в научном познании выступают теоретические знания, особый способ получения которых и их организации в систему фундирует особую СНЗ – развитую научную теорию (теорию на развитой стадии как минимум опытных наук).

Выверение типологии СНЗ в связи с уточнением состава теории – наличествующих в ней слоев знаний, соответствующих их видам, приводит нас к введению понятий системы трансэмпирических знаний, системы теоретических знаний (СТЗ) и др., сопрягаемых с основными значениями термина «научная теория». Для разрешения данной проблемы требуется выделение разрядов *над- и внеэмпирических знаний*. С отнесением к последним знаний, направленных на упорядочение результатов научной практики и на ее эффективное осуществление, – в формах нормативно-методических, инструктивных тестологических, проективно-конструкторских модель-проективных знаний. Это позволяет выделять в качестве подвида СНЗ систему прагматически ориентированных знаний (СПОЗ) – с охватом либо приматом элементов таких видов знаний.

Дифференцируя предметные надэмпирические знания в структуре научных знаний как минимум на теоретические и онтологические и придерживаясь коррелятивной семасвязи «теории» и «теоретического знания», СНЗ, охватывающую теоретические и онтологические знания, следует идентифицировать как «систему предметных надэмпирических знаний», причем в рамках СМНТ на такую СНЗ неадекватно распространять термин «научная теория», а вне СМНТ – адекватно. Не придерживаясь представления о такой связи «теории» и «теоретического знания», в состав теории следует включать элементы разных видов предметных надэмпирических знаний: теоретических, онтологических, аксиологических (при неприверживании данного представления СМНТ перестает быть востребованной). Если обходиться без антонимии «теоретическое знание – метатеоретическое знание» (а обоснованность того, чтобы обходиться без нее, вызвана полисемией терминоединицы «метатеоретическое знание»: она используется не только в значении, коррелятивном понятию метатеории, но и в более узком значении знаний, продуцируемых концепцией, дающей оценку изучаемой теории, а также в более широком значении предпосылочных к теории и, шире, к предметным научным знаниям знаний, характеризующихся как «основания научных знаний» [10; 15]), то в состав теории как СНЗ, выступающей специфической ФОНЗ, приемлемо включать и метатеоретические знания.

Включение в состав научной теории фактов и в целом *эмпирического базиса* противоречит трактовке теории, при которой она характеризуется как *надстройка* над эмпирическими знаниями для выполнения определенных функций (Б.С. Грязнов, Б.С. Дынина, Е.Н. Никитина). Продуцируемые в логике и математике теории вовсе не причастны к эмпирическому базису. Даже в теориях неклассической физики превалируют математические абстракции с минимизацией эмпирических оснований (А.Л. Симанов).

Способ оптимизации понятия научной теории. Мы уже обосновывали востребованность для интенсивного развития ТНЗ введения ряда системных конструктов и понятий, в том числе СТЗ, СТЭЗ [15]. Их введение и корреляция с понятиями научной теории и СНЗ, наряду с уточнением ее сущности, позволяют избегать многознач-

ности термина «научная теория» и диффузности его значения, семантической полиморфности связанных с ним высказываний.

Сопрягая приведенные дефиниции и трактовки научной теории (и те, в которых наличие эмпирических знаний в ее составе имплицитно не выводится) и совмещая их концептуальное ядро, приемлемо выводить бинарную сущность научной теории: СНЗ, эффективная для упорядочения знаний, и развитая в структурном отношении ФОНЗ. Конструкту формы организации знаний соответствует наличие именно *их систем*. «ФОНЗ» – характеристика ряда СНЗ разных направленности и структуры, формата и характера. По формату среди них следует выделять как минимум теории, парадигмы, концепции, теоретические основы. По их характеру следует различать разные степени присутствия и разные роли в них теоретических знаний.

Варианты оптимизации понятия научной теории. Имеющую место конвенциональность выбора оптимального значения термина «научная теория» не следует отождествлять с его произвольностью. Методологически и терминоведчески допустимы в ТНЗ разные варианты снятия несоразмерности, касающиеся использования многозначного термина «научная теория» и смежных (производных от него плюс связанных с ним) терминоведческих единиц: 1) охват СНЗ объемом понятия, обозначаемого как «научная теория», с превалированием теоретических знаний, с охватом эмпирического базиса; 2) такая СНЗ без его охвата; 3) дифференциация понятия *теории* с выделением ее типов (обозначаемых как теория «стандартная», «ординарная», «неординарная» и проч.), не сопровождаемая гипонимией; 4) она же, но сопровождаемая гипонимией; 5) полагание ее всякой СТЭЗ с превалированием теоретических знаний; 6) интерпретация «научной теории» как системы предметных надэмпирических знаний, противоположной системе метатеоретического знания.

При оптимизации термина «научная теория» продуктивно обходиться без коррелятивной семантической связи его с термином ТНЗ «теоретическое знание» и с термином «теория», встроенным в базисную схему гносеологии, возводимой на основе дихотомии «теория – практика». Отсутствие такой связи позволяет включать в состав теории не только предметные теоретические знания (связывающие эмпирические факты и зависимости с теоретическими моделями

и законами), но и как минимум предметные онтологические, мета-теоретические инструментально-теоретические (являющиеся инструментом теоретизирования, символической формализации понятийного аппарата), формально-онтологические, аксиологические знания и ведет к варианту оптимизации, в наибольшей степени позволяющей избегать несоразмерностей концептуализаций и изложения в ТНЗ. При таком варианте «научная теория» в функционально-сущностном плане является синонимом конструкта, который принято обозначать как «основная ФОНЗ» и т.п. Поскольку при этом отвергается и чрезмерно широкая трактовка теории, распространенная в научном дискурсе (для которой характерно неопределенное полагание формата видового состава теории, когда выделяют теорию музееведения и т.д.), и чрезмерно узкая ее трактовка, принятая в современной эпистемологии науки с включением в ее состав идеализированных теоретических схем, математических формулировок законов (для обозначения такой СНЗ востребован терминологический элемент «развитая», используемый В.С. Степиным), то в семантическом плане термин «научная теория» соразмерно выделять в качестве гиперонима к терминам, обозначающим СНЗ определенного формата и определенной функциональной предназначенности:

- «СТЗ», который обозначает СНЗ, включающую преимущественно предметные теоретические знания — знания, связывающие эмпирические факты и зависимости с теоретическими моделями и законами, а также некоторый эмпирический базис;
- «ультраСПОЗ», который обозначает разновидность СПОЗ, где первостепенны теоретические / предметные онтологические / метатеоретические знания. В соответствии с этим, например, правила издания исторических документов — ординарная СПОЗ, а теория делопроизводства — ультраСПОЗ;
- «СТЭЗ», который обозначает СНЗ, где среди надэмпирических знаний предметные теоретические знания не превалируют либо вовсе отсутствуют.

Такой откоррелированности понятий и их терминологирования недостаточно для полной оптимизации понятия научной теории, необходимо еще выверить соотношение его с понятиями общей теории

и развитой теории. Подобное выверение – в большей степени номинальное: «общие СТЗ» обобщают частные СТЗ, компонентами внутренней структуры развитых СТЗ выступают идеализированные теоретические схемы, математические формулировки законов. Значительная часть СНЗ математики, логики, семантики (например, теория вероятности, логическая теория отношений, теория референции) выступают развитыми СТЭЗ – они структурно развиты в аспектах фундаментальности, сложности построения и т.п. – и обуславливают (исходя из концепта В.С. Степина) переход не только СНЗ в иных областях знаний, но и самих таких областей на стадию «развитой науки». Мы обосновываем востребованность общих интертеорий для широкого круга областей знаний, их следует идентифицировать как развитые СТЭЗ, способствующие отмеченному выше переходу. Им присуще единство теоретико-онтологических и метатеоретических знаний [10; 18; 20].

Литература

1. Бочаров В.А., Маркин В.И. Введение в логику. М.: ИНФРА-М, 2008. 560 с.
2. Бунге М. Философия физики. М.: Прогресс, 1975. 349 с.
3. Войшивилло Е.К. Понятие как форма мышления: Логико-гносеологический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1989. 239 с.
4. Войшивилло Е.К., Дегтярев М.С. Логика. М.: Молодая гвардия, 2001. 303 с.
5. Кармин А.С., Бернацкий Г.Г. Философия. СПб.: Изд-во ДНК, 2001. 536 с.
6. Краткий словарь по логике. М.: Просвещение, 1991. 208 с.
7. Лебедев С.А. Современная философия науки. М.: Академический проект; Альма Матер, 2007.
8. Лебедев С.А. Структура научной рациональности // Вопросы философии. 2017. № 5. С. 66–79.
9. Нестерович Ю.В. К оптимизации и экспликации понятия «информационный ресурс» в ракурсе развития документологии // Научно-техническая информация. Сер. 1. 2020. № 11. С. 9–17.
10. Нестерович Ю.В. Методологическая стратегия метатеоретического трансдисциплинарного координирования // Философские исследования. 2024. Вып. 11. С. 51–67.
11. Нестерович Ю.В. О необходимости интенсивного развития эпистемологии как предпосылки выработки методологических стратегий синтеза философских и научно-предметных знаний // Интеллектуальная культура Беларуси: Мат. Шестой междунар. науч. конф. Минск, 2022. С. 301–303.

12. Нестерович Ю.В. О необходимости и способах оптимизации понятия научной теории // Интеллектуальная культура Беларуси: Мат. Седьмой междунауч. науч. конф. Минск, 2024. Т. 2. С. 105–108.
13. Нестерович Ю.В. О разработке общей интертеории в документологии // Научные и технические библиотеки. 2024. № 4. С. 109–130.
14. Нестерович Ю.В. Особенности трансдисциплинарного потенциала документально-информационных и социально-информационных наук // Интеллектуальная культура Беларуси: Мат. Третьей междунауч. науч. конф. Минск, 2018. Т. II. С. 211–214.
15. Нестерович Ю.В. Очерк корреляции понятий мета- и общетеоретических знаний в ракурсе интенсивного развития понятия структуры научного познания // Научные труды РИВШ: Философско-гуманитарные науки. Минск, 2019. Вып. 18. С. 400–407.
16. Нестерович Ю. Очерк по экспликации и корреляции понятий книги и электронной книги в рамках документоведения // Библиотековедство. Документоведство. Информология. 2012. № 2. С. 16–21.
17. Нестерович Ю.В. Очерк по экспликации понятия науки // Философские исследования. 2016. Вып. 3. С. 183–192.
18. Нестерович Ю.В. Очерк формирования знаний памятниковедения и оптимизации понятий и терминов памятниковедения и смежных областей знаний: в 2 т. Минск: Нац. библ. Беларуси, 2025. Т. 1.
19. Нестерович Ю.В. Труды по экспликации базисных понятий научных теорий. Т. I: Экспликация базисных понятий документоведения и инфософии. Минск, 2010. 312 с.
20. Нестерович Ю.В. Формирование общей интертеории информации в качестве методологической дисциплины /// Научно-техническая информация. Сер. I. 2022. № 7. С. 1–9.
21. Несцяровіч Ю.У. Тэарэтычныя праблемы гістарыяграфіі, метадалогіі гісторыі, навуказнаўства і этналогіі. Мінск: БелНІІДАД, 2004. 162 с.
22. Современные тенденции развития эпистемологии (материалы «круглого стола») // Вопросы философии. 2018. № 10.
23. Степин В.С. Теоретическое знание: структура, историческая эволюция. М.: Прогресс-Традиция. 2003. 743 с.
24. Философия математики и технических наук. М.: Академический проект, 2006. 784 с.
25. Философия науки: Учеб. пособие. М.: Эксмо, 2007. 608 с.
26. Швырев В.С. Теоретическое и эмпирическое в научном познании. М.: Наука, 1978. 382 с.

References

1. Bocharov, V.A. & V.I. Markin. (2008). Introduction to Logic. Moscow, Infra-M Publ., 560. (In Russ.).
2. Bunge, M. (1975). Philosophy of Physics. Moscow, Progress Publ., 349. (In Russ.).

3. *Voishvillo, E.K.* (1989). Concept as a Form of Thinking: Logical and Epistemological Analysis. Moscow, Moscow State University Press, 239. (In Russ.).
4. *Voishvillo, E.K. & M.S. Degtyarev.* (2001). Logics. Moscow, Molodaya Gvardiya Publ., 303. (In Russ.).
5. *Karmin, A.S. & G.G. Bernatskiy.* (2001). Philosophy. St. Petersburg, DNK Publ., 536. (In Russ.).
6. *Brief Dictionary of Logic.* (1991). Moscow, Prosveshchenie Publ., 208.
7. *Lebedev, S.A.* (2007). Modern Philosophy of Science. Moscow, Akademicheskii Proekt Publ. & Alma Mater Publ. (In Russ.).
8. *Lebedev, S.A.* (2017). The structure of scientific rationality. *Voprosy filosofii* [Problems of Philosophy], 5, 66–79. (In Russ.).
9. *Nesterovich, Yu.V.* (2020). On the optimization and explication of the concept of “information resource” from the perspective of document studies development. *Nauchno-tehnicheskaya informatsiya* [Scientific and Technical Information], Series 1, 11, 9–17. (In Russ.).
10. *Nesterovich, Yu.V.* (2024). Methodological strategy of metatheoretical transdisciplinary coordination. *Filosofskie issledovaniya* [Philosophical Research], 11, 51–67. (In Russ.).
11. *Nesterovich, Yu.V.* (2022). On the need for intensive development of epistemology as a prerequisite for the development of methodological strategies for the synthesis of philosophical and scientific knowledge. In: *Intellectual Culture of Belarus: Proceedings of the Sixth International Scientific Conference*. Minsk, 301–303. (In Russ.).
12. *Nesterovich, Yu.V.* (2024). On the necessity and methods of optimizing the concept of scientific theory. In: *Intellectual Culture of Belarus: Proceedings of the Seventh International Scientific Conference*, Vol. 2. Minsk, 105–108. (In Russ.).
13. *Nesterovich, Yu.V.* (2024). On the development of a general intertheory in document studies. *Nauchnye i tekhnicheskie biblioteki* [Scientific and Technical Libraries], 4, 109–130. (In Russ.).
14. *Nesterovich, Yu.V.* (2018). Features of the transdisciplinary potential of documentary-information and social-information sciences. In: *Intellectual Culture of Belarus: Proceedings of the Third International Scientific Conference*, Vol. II. Minsk, 211–214. (In Russ.).
15. *Nesterovich, Yu.V.* (2019). An essay on the correlation of the concepts of meta- and general theoretical knowledge in the context of intensive development of the concept of the structure of scientific knowledge. In: *Scientific Works of the Republican Institute for Higher Education: Philosophical and Human Sciences*, Iss. 18. Minsk, 400–407. (In Russ.).
16. *Nesterovich, Yu.* (2012). An essay on the explication and correlation of the concepts of a book and an e-book within the framework of document studies. *Biblioteko-znavstvo. Dokumentoznavstvo. Informologiya* [Library Studies. Document Studies. Information Studies], 2, 16–21. (In Russ.).
17. *Nesterovich, Yu.V.* (2016). An essay on the explication of the concept of science. *Filosofskie issledovaniya* [Philosophical Research], 3, 183–192. (In Russ.).

18. *Nesterovich, Yu.V.* (2025). Essay on the Development of Knowledge in Monument Studies and the Optimization of Concepts and Terms in Monument Studies and Related Fields of Knowledge: In 2 vols, Vol. 1. Minsk, National Library of Belarus. (In Russ.).
19. *Nesterovich, Yu.V.* (2010). Works on the Explication of Basic Concepts of Scientific Theories. Vol. I: Explication of Basic Concepts of Document Studies and Infosophy. Minsk, 312. (In Russ.).
20. *Nesterovich, Yu.V.* (2022). Formation of a general intertheory of information as a methodological discipline. *Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya [Scientific and Technical Information]*, Series 1, 7, 1–9. (In Russ.).
21. *Nestsyarovich, Yu.U.* (2004). Theoretical Problems of Historiography, Methodology of History, Science Studies, and Ethnology, Minsk, Belarusian Research Institute of Records Management and Archival Studies, 162. (In Beloruss.).
22. *Modern Trends in the Development of Epistemology (materials of the round table).* (2018). *Voprosy filosofii [Problems of Philosophy]*, 10. (In Russ.).
23. *Stepin, V.S.* (2003). Theoretical Knowledge: Structure and Historical Evolution. Moscow, Progress-Traditsiya Publ., 743. (In Russ.).
24. *Philosophy of Mathematics and Engineering Sciences.* (2006). Moscow, Akademicheskii Proekt Publ. (In Russ.).
25. *Philosophy of Science: Textbook.* (2007). Moscow, Eksmo Publ., 608. (In Russ.).
26. *Shvyrev, V.S.* (1978). Theoretical and Empirical in Scientific Knowledge. Moscow, Nauka Publ., 382. (In Russ.).

Информация об авторе

Нестерович Юрий Владимирович – Центр исследований белорусской культуры, языка и литературы НАН Беларуси (Республика Беларусь, 220072, Минск, ул. Сурганова, 1).
nesterca.com@yandex.by

Information about the author

Nesterovich, Yuri Vladimirovich – Center for Research of Belarusian Culture, Language, and Literature, National Academy of Sciences of Belarus (1, Surganov St., Minsk, 220072, Republic of Belarus).
nesterca.com@yandex.by

Дата поступления 11.03.2026.
Принята к публикации 12.05.2026.

УДК: 168.2

DOI: 10.15372/PS20260206

EDN: ZWHKGB

В.Ш. Гумиров, А.В. Гумиров, Д.И. Свириденко**ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД И СТРАТЕГИЧЕСКОЕ
СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Статья продолжает обсуждение концепции семантического моделирования, разрабатываемой авторами. Рассматриваются особенности, ограничения и характеристики информационных систем, создание которых осуществляется либо с помощью технологий ИИ, либо традиционными способами. Анализируется возможность расширения положений и инструментария концепции семантического моделирования применительно к ситуации создания информационных систем, ориентированных на решение *открытого* класса задач. Предлагается строить стратегии поведения таких ИТ-систем, опираясь на возможность использования опыта предыдущих их действий в похожих обстоятельствах, выбирая те действия, которые ранее приводили к наилучшим результатам, а затем, используя задачный подход, подбирать наиболее подходящие при заданных условиях способы решений задач либо путем имитационного моделирования, либо в режиме принятия решений с целью определения способа, наиболее адекватного их постановке, уделяя особое внимание контекстным условиям и критерию решенности. Ставится и обсуждается цель дальнейшего развития методологии семантического моделирования, ориентированной на создание ИТ-систем, следующих в своем поведении указанной выше стратегии, что и объясняет название статьи. В заключение приводится описание одного из возможных вариантов расширенного языка семантического моделирования, предназначенного для спецификации логики поведения подобных систем.

Ключевые слова: информатика; математическая логика; язык; теория конструктивных моделей; семантика; методология; теория программирования; No-code и Low-code; исполнимые спецификации; задача; критерий решенности задачи; контекст решения задачи; семантическое моделирование; онтология; искусственный интеллект

V.Sh. Gumirov, A.V. Gumirov, D.I. Sviridenko

THE TASK APPROACH AND STRATEGIC SEMANTIC MODELING

The article continues the discussion of the concept of semantic modeling developed by the authors. It examines the features, limitations, and characteristics of information systems created either using AI technologies or traditional methods. The possibility of expanding the provisions and tools of the semantic modeling concept is analyzed with regard to the situation of creating information systems focused on solving an *open* class of problems. It is proposed to develop behavioral strategies for such IT systems based on the possibility to leverage the experience of their previous actions in similar circumstances, selecting those actions that have previously yielded the best results, and then, using the task-based approach, select the most appropriate problem-solving methods under given conditions, either through simulation modeling or decision-making in order to determine the method most appropriate to the problem statement, paying particular attention to contextual conditions and the criterion for solution. The article presents and discusses the goal of further developing a semantic modeling methodology aimed at creating IT systems that behave in the manner described above, which explains the title of the article. In conclusion, it describes a possible variant of an extended semantic modeling language designed to specify the behavioral logic of such systems.

Keywords: computer science; mathematical logic; language; constructive model theory; semantics; methodology; programming theory; No-code and Low-code; executable specifications; problem; problem-solving criterion; problem-solving context; semantic modeling; ontology; artificial intelligence

Введение

Одно из многочисленных расхожих определений интеллекта – определение его как способности решать нестандартные задачи нестандартными способами [7]. Одним из важных уточнений похожих определений понятия «интеллект» является указание на способность к решению нестандартных задач (проблем) без проб и ошибок «в уме» [1]. Таким образом, понятие естественного интеллекта существенным образом отличается от представления о том наборе технологий искусственного интеллекта, которые базируются в первую очередь на машинном обучении, что требует огромного коли-

чества проб и ошибок на основе анализа исторических данных (в последнее время все чаще и синтетических данных, сгенерированных на основе той же истории). Другими словами, система на основе машинного обучения в принципе не способна решить задачу, которая не встречалась ранее и по которой нет данных. Да и классический подход к разработке информационно-технологических систем (ИТ-систем), базируясь на парадигме управления требованиями, основанной на фиксации того набора задач, которые целевая ИТ-система должна будет решать, ориентирован на создание таких ИТ-систем, которые также в принципе не способны решать задачи, не заложенные на этапе проектирования.

Если попытаться сегодня поставить задачу создания ИТ-систем, которые могли бы обладать интеллектом в вышеуказанном смысле, то становится понятно, что никакие современные технологии искусственного интеллекта (ИИ) пока не позволяют создавать системы, обладающие подобным свойством. Одним из ключевых факторов, который препятствует этому, является прежде всего то обстоятельство, что в основе всех основных современных методик разработки программного обеспечения (ПО) лежит, по сути, одно и то же ограничение – фиксация некоторого *ограниченного набора решаемых задач*¹ еще на этапе выработки и анализа требований. Такой фиксированный набор может быть даже весьма большим, для крупных ИТ-систем речь может идти о тысячах решаемых задач, но практически никогда не рассматриваются ситуации, в которых набор решаемых задач неограничен, открыт. Многими исследователями признается, что это в настоящее время концептуально и методологически невозможно. И даже если мы рассмотрим одни из самых сложных современных ИИ-систем – системы на основе больших языковых или мультимодальных моделей (LLM, LMM), то окажется, что круг решаемых ими задач весьма ограничен: генерация текста, изображения или видео по запросу пользователя с учетом заданного им контекста, роль которого играют промпты, генерация текста на языке разметки или языке программирования. Тем не менее хочется уметь создавать такие системы поддержки принятия решений или же системы автоматического принятия решений, которые позволяли бы задавать мо-

¹ Такие задачи часто именуются «use cases», «user stories», «functions», и т.п.

дели принятия решений на высоком уровне или даже метауровне для *открытых/неограниченных наборов задач* и реализовывать эти модели как в режиме имитационного моделирования, так и в режиме принятия решений. Ниже указаны желаемые исходные требования к ИТ-системе, ориентированной на решение открытого/неограниченного класса задач:

- класс решаемых системой задач открыт/неограничен;
- система функционирует на основе и в рамках высокоуровневых целей и ключевых показателей системы;
- принятие решений системой осуществляется на основе оценки контекста, т.е. текущей ситуации с учетом совокупности рисков и возможностей;
- должна существовать возможность задавать модели принятия решений на метауровне, без необходимости сильно вдаваться в специфику конкретного приложения и прикладной области.

Поскольку мы собираемся в дальнейшем придерживаться базовых положений семантического моделирования, то перечисленные выше требования позволяют сформулировать следующую цель: развить методологию семантического моделирования применительно к ситуации разработки интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР) и систем автоматического принятия решений (САПР) для открытого/неограниченного круга задач.

Данный расширенный вариант семантического моделирования будем называть *стратегическим*. Причина такого названия в следующем.

В бизнесе под *стратегией* понимается не конкретный план действий (т.е. не просто некий алгоритм), а определение долгосрочных целей и задач, а также направлений деятельности, ресурсов и ограничений, в рамках которых организация функционирует и которые необходимы для достижения этих целей. Аналогичное понимание стратегии как инструмента принятия решений продвигается и в работах Роджера Мартина, профессора из Университета Торонто, одного из ведущих специалистов в области стратегического управления: «Стратегия – это интегрированная совокупность стратегических решений, которая обеспечивает уникальное позиционирование ком-

пании в соответствующей отрасли, направленное на создание устойчивого преимущества и уникальной ценности для потребителей, позволяющее превзойти конкурентов» [8, с. 12].

Другими словами, стратегия – это не план, а некий набор мероприятий, которые позволяют в зависимости от конкретной меняющейся *ситуации* вырабатывать решения и изменять планы действий с учетом *изменений*. Заметим, что нас как раз интересует возможность создания и разработки таких информационных систем, которые должны быть способны генерировать свои программы работы в *изменчивых ситуациях* на основе некоей заложенной в них стратегии в вышеуказанном смысле [11].

Если же теперь мы хотим определить, что должно соответствовать понятию «стратегия» в теории конструктивных моделей [2], составляющей математическую основу семантического моделирования, то наилучшим кандидатом, с нашей точки зрения, является понятие *локальной теории*, позволяющей в конкретной ситуации принимать решения, ведущие к достижению долгосрочных целей (кстати, являющихся частью множества предложений данной теории) в рамках тех ресурсных, регламентных и внешних ограничений, которые также являются частью множества аксиом и предложений данной теории.

Итак, каковы же основные типы аксиом, которые должны быть в локальной теории, способной играть роль подходящей стратегии? Ниже указан желаемый состав этих аксиом:

- совокупность логических формул, интерпретируемых как онтологическая модель предметной области, включающая в себя основные понятия, которыми оперирует организация в своей работе, и их взаимосвязи;
- общие знания предметной области в логическом формульном виде;
- формульное представление долгосрочных целей и задач (goals and objectives), поскольку все решения, которые целевая система должна принимать, должны им не противоречить;
- формульное описание внешних и внутренних ограничений, где под внешними ограничениями мы понимаем регуляторные ограничения и регламенты, задаваемые государством, надзор-

ными органами и индустриальными стандартами, а под внутренними – внутренние стандарты и регламенты организации, в том числе относящиеся к морально-этической области.

Далее в настоящей статье мы будем обсуждать положения методологии стратегического семантического моделирования, ориентированной на решение проблемы по созданию *интеллектуальных² информационно-технологических систем (ИИТ-систем)*.

1. Исходные требования к ИИТ-системе

В этой статье мы будем обсуждать проблему создания целевой ИИТ-системы, предназначенной для управления неким объектом, который в дальнейшем мы иногда будем называть просто *системой*. Стоит заметить, что объект управления, как правило, представляет собой достаточно сложный предмет – систему, которая в общем случае может состоять из подсистем, которые, в свою очередь, тоже могут состоять из подсистем более низкого уровня, и т.д. Другими словами, речь идет о том, что объект управления может иметь иерархическую структуру, что необходимо учитывать при разработке целевой ИИТ-системы. При этом под управлением далее мы будем понимать выработку решений для заранее открытого/неограниченного круга задач, которые возникают в процессе жизни как объекта управления, так и субъекта управления – управляющей ИИТ-системы.

1.1. Типовая архитектура целевой ИИТ-системы. Прежде всего необходимо определиться с местом и назначением создаваемой ИИТ-системы в реальном мире. Мы говорим о системе, которая предназначена для выработки управляющих решений для некоторого объекта управления (будь то доменная печь, завод, автономный БПЛА или некоторый финтех-сервис). При этом крайне желательно, чтобы ИИТ-система не просто реагировала на изменяющуюся ситуацию во внешней среде и объекте управления, а могла бы *проактивно (упредительно)* управлять на основе *прогноза* изменения ситуации (рис. 1). Понятно, что управляющее воздействие (решение) может

² Интеллектуальных в вышеуказанном смысле, т.е. таких, которые не были ограничены в ассортименте решаемых задач еще на этапе проектирования.

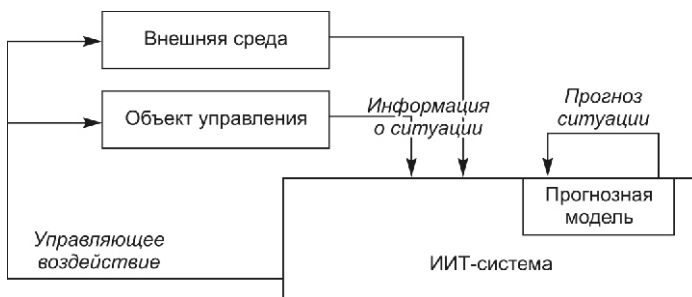


Рис. 1

идти не напрямую к объекту управления, а через людей, которые управляют этим объектом (случай СППР).

1.2. Рамочные требования к ИИТ-системам. Сформулируем теперь некие рамочные требования к ИИТ-системам. Мы ожидаем, что создаваемая ИИТ-система должна быть способна:

- 1) вырабатывать решения в режиме, близком к реальному времени;
- 2) представлять свои решения с обоснованием в терминах предметной области;
- 3) вести управление в рамках заданных целевых показателей объекта управления (SLA);
- 4) осуществлять управление, не зависящее от изменяющейся ситуации;
- 5) управлять объектом в проактивном режиме, т.е. уметь использовать прогнозную модель. Заметим, что используемая системой прогнозная модель может изменяться в зависимости от типа решаемых задач, однако для упрощения понимания сути предлагаемой методологии в дальнейшем мы не будем рассматривать проблему модификации прогнозной модели.

1.3. Система аксиом или целевые показатели. Далее мы будем опираться в наших построениях и рассуждениях на работы профессора Д.Е. Пальчунова и его соавторов [10; 15]. Будем считать, что целевая ИИТ-система основывается на четырехуровневой онтологической модели предметной области и что ее первые два уровня (онтология предметной области и общие знания предметной области) имеют статус аксиом (рис. 2). Кроме того, эту систему аксиом мы

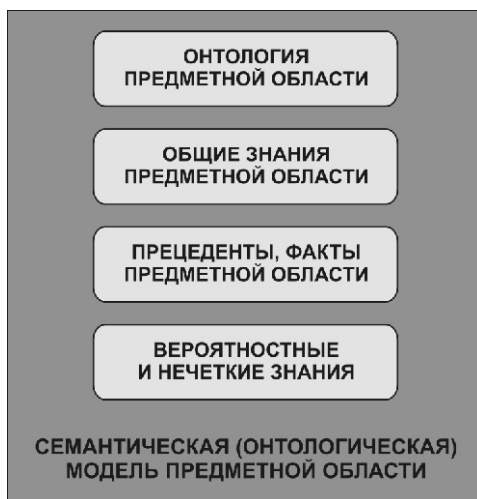


Рис. 2

обогатим также долгосрочными (стратегическими) целями и задачами, к которым добавлены внешние и внутренние ограничения.

1.4. Семантика DSL. Таким образом, в систему аксиом, как было замечено выше, будут входить и определения понятий (язык предметной области), и общие знания предметной области, которые не могут быть нарушены просто по определению. Для краткости будем называть эти компоненты построенной аксиоматики *sDSL* (*semantic Domain Specific Language*).

Из вышесказанного следует, что выстраиваемая система аксиом, по сути, включает в себя набор целевых показателей, которым должен соответствовать объект управления. Однако чтобы быть более точным, следует отметить, что если некоторые из целевых параметров не могут быть нарушены, то другие могут, хотя это нежелательно. Эти тонкости могут быть точно формализованы и заданы в виде соответствующих логических формул, которые также могут входить в систему аксиом. Заметим, что в информатике и ИТ-отрасли такие целевые показатели, в рамках которых целевая система должна функционировать, принято обозначать таким не очень-то говорящим термином, как *SLA* (*Service Level Agreement*). При этом SLA обычно

формулируют в терминах, определенных в языке предметной области (sDSL). Внешние и внутренние ограничения могут быть отнесены либо к sDSL, либо к SLA. Выбор подходящего варианта относится скорее к области инженерного искусства, и основным аргументом в пользу того, чтобы регламентные и иные ограничения включать скорее в SLA, нежели в sDSL, является то, что SLA позволяет более гибко задавать эти ограничения не в виде того, что должно быть всегда верно (*must be*), а в виде таких *модальностей*, как *желание* и *намерение* – то, к чему мы стремимся и что хотелось бы, чтобы было выполнено, или должно быть выполнено в определенные моменты времени (например, во время аудита).

1.5. Ситуации и состояния объекта управления. *Текущее состояние* объекта управления в нашей методологии предлагается формально представлять в виде частичной модели (или же как некую логическую формулу без свободных переменных и кванторов³, описывающую текущую ситуацию). Нас же будет интересовать не только текущее состояние объекта управления, но и вся сохраненная *история состояний*. Если быть более точным, то и состояние нас будет интересовать с разбивкой по подсистемам, что приводит нас к некоей иерархии таких состояний, которая соответствует системной иерархии объекта управления.

1.6. Модель управления рисками и возможностями. Важная роль в нашей методологии отводится рискам и возможностям. Набор определений рисков и возможностей нужен для того, чтобы целевая ИИТ-система могла самостоятельно оценивать состояние (историческое, текущее или прогнозируемое) и вырабатывать решения. По сути, речь идет о неких экспертных знаниях, специфичных для данного объекта управления и целевой ИИТ-системы. Эти экспертные знания, если быть строгим с точки зрения четырехуровневой онтологической модели Д.Е. Пальчунова, относятся к третьему уровню (прецеденты и факты предметной области). Мы выделяем именно эту специфическую часть экспертных знаний, поскольку в общем случае все *простые решения*, которые приходится принимать относительно объекта управления, крутятся вокруг именно

³ Такая формула называется атомарной диаграммой.

управления рисками и возможностями. Здесь под *простыми решениями* мы понимаем такие решения, которые, согласно теории адаптации неживых объектов⁴, не требуют адаптации структуры объекта управления, а затрагивают только некоторые параметры его функционирования (т.е. так называемая *стабильная адаптация*). Далее для простоты мы будем рассматривать только такие ситуации, в которых управление требует лишь стабильной адаптации объекта управления в вышеуказанном смысле. Отметим, что задача создания ИИТ-систем для автоматизации задач управления в случаях структурной и катастрофической адаптации объектов управления видится значительно более сложной и потребует, с нашей точки зрения, существенных дополнительных исследований и, возможно, выделения и изучения отдельных подклассов задач и приложений.

Теперь о рисках и возможностях. Далее под *риском* мы будем понимать сущность, удовлетворяющую требованию наличия следующих показателей:

1) критерия возникновения, представляющего собой некоторую логическую формулу, принимающую истинное значение тогда и только тогда, когда риск произошел;

2) описания влияния (*impact*) в виде формализации класса ситуаций, которые могут возникнуть в случае реализации риска. То есть это то, что может стать следствием реализации риска;

3) симптомов или предвестников риска (в форме некоторой дизъюнкции логических условий), при возникновении которых повышается вероятность реализации риска;

4) стратегии снижения риска (*risk mitigation strategy*), которая определяет, что нужно делать для того, чтобы понизить вероятность реализации риска;

⁴ В монографии Ш.В. Гумирова «Основы теории адаптации неживых объектов...» определяются основные типы адаптации неживых объектов: стабильная (когда изменяются только параметры функционирования неживого объекта), структурная (когда изменяется внутренняя структура объекта), катастрофическая (когда разрушаются внутренние связи внутри структуры объекта и объект перестает существовать как структура его подсистем) [5].

5) стратегии минимизации последствий риска (risk contingency strategy), которая указывает на то, что нужно делать в случае реализации риска;

6) оценки вероятности возникновения риска в виде некоей опциональной функции, вычисляющей по текущей ситуации и истории ситуаций вероятность того, что риск может быть реализован. Такая оценка может базироваться как на статистических методах, так и на экспертных знаниях;

7) оценки критичности риска, которую можно формализовать как некую аксиому из общей аксиоматики целевой ИИТ-системы. Заметим, что на практике обычно в качестве оценки используют простую шкалу наименований с тремя значениями: *критический риск* – если реализация риска ведет к нарушению SLA; *некритический риск* – если реализация риска не ведет к нарушению SLA, но потребует существенных усилий для минимизации последствий, т.е. риск стоит избегать; *неважный риск* – риск, который желательно избегать, но реализация которого не ведет к существенным последствиям;

8) перечня вариантов действий для минимизации влияния риска в случае его возникновения;

9) перечня вариантов действий для реализации возможности в случае ее возникновения. Заметим, что *возможность*, по сути, мало отличается от *риска*, за исключением того, что *влияние* (impact) имеет позитивное значение с точки зрения достижения целей управления (SLA).

Подытоживая, можно утверждать, что наличие модели управления рисками и возможностями позволяет адекватно оценивать текущую ситуацию и вырабатывать такие варианты дальнейших действий, которые минимизируют вероятность возникновения рисков и повышают вероятность реализации возможностей.

1.7. Оценка ситуации. В целевой системе должна быть определена функция оценки текущей ситуации и истории ситуаций с точки зрения целевых показателей, рисков и возможностей. На выходе эта функция должна выдавать варианты дальнейших действий (другими словами, варианты решений) вместе с их обоснованием и оценками последствий.

2. Требования к компонентам целевой ИИТ-системы

2.1. Подсистема сбора информации о текущей ситуации. Эта подсистема отвечает за то, чтобы максимально точно и оперативно собрать данные об объекте управления, провести предварительную агрегацию этих данных в информационные структуры для последующего анализа, осуществить низкоуровневый анализ информации для последующей оценки ситуации и выработки решения.

В случае, когда объект управления представляет собой сложную иерархическую систему со своими правилами взаимодействия между подсистемами, возможно, стоит реализовывать подсистему сбора информации как мультиагентную систему, где каждый агент соответствует некоторой подсистеме объекта управления. При этом взаимодействие между подсистемами объекта управления формализуется в виде контрактов и представляется в подсистеме сбора информации в виде цифрового регламента. Такой подход позволяет, с одной стороны, контролировать выполнение контрактов между подсистемами, а с другой стороны, принуждать к выполнению этих контрактов для минимизации рисков их нарушения. На выходе эта подсистема выдает изменения в истории ситуаций и изменения текущей ситуации (третий уровень онтологической модели Д.Е. Пальчунова).

2.2. Подсистема мониторинга целевых показателей (SLA). Эта подсистема, базируясь на информации о текущей ситуации, истории и прогнозе, оценивает SLA и их прогноз.

2.3. Подсистема идентификации проблем/возможностей и постановки задач. Данная подсистема выявляет противоречие между желаемым значением SLA и текущим и/или прогнозным. На основе модели управления рисками и возможностями подсистема вырабатывает задачу управления, понимая под ней те локальные цели, которые желательно достичь. Эти локальные цели формализуются в виде некоторой атомарной диаграммы, представляющей собой желаемое состояние объекта управления. Например, если оценка текущей ситуации показывает, что повышается вероятность реализации некоторого риска, то, соответственно, стоит выполнить действия по снижению вероятности (mitigation strategy) наступления этого риска.

Таким образом стратегия снижения данного риска становится одним из конъюнктивных членов локальной цели.

2.4. Подсистема выработки решения. Эта подсистема на основе сформированных локальных целей декомпозирует задачу на подзадачи и путем моделирования (логико-вероятностного или на основе машинного обучения) вырабатывает решения для подзадач. В частности, методы выработки решения могут быть сгенерированы на основе алгоритма Semantic Discovery и обучения с подкреплением (Σgym)⁵ или алгоритмов обучения функциональных систем, разработанных под руководством профессора Е.Е. Витяева и В.В. Мухортова [9].

3. О концепции языка семантического моделирования ИИТ-систем

Предполагается, что читатель знаком с Δ_0 -языком, в терминах которого можно осуществлять декларативную спецификацию различных ИТ-систем в рамках концепции семантического моделирования [3; 4; 12–14]. Однако накопленный опыт использования Δ_0 -языка подсказывает, что при проектировании и последующей декларативной спецификации таких систем хорошо было бы в языке иметь возможность указывать при спецификации некоторые действия, модальности и временные ограничения, которые не только увеличивают выразительную силу языка, позволяя специфицировать, скажем, динамические системы, но и существенно повышают способность создаваемой системы к эффективному поиску решения задач. Однако, с другой стороны, надо понимать, что включение в язык тех же действий, способных динамически менять значения индивидуальных переменных, входящих в спецификации, влечет за собой изменение истинности формульных Δ_0 -спецификаций.

⁵ Σgym – применение Semantic Discovery в режиме обучения с подкреплением для генерации семантических моделей управления рисками для автономных агентов в мультиагентной среде, внутренняя НИОКР (совместно ООО «АиЛайн» и НГУ), выполненная группой студентов под руководством А.В. Гумирова.

Тем не менее, несмотря на эту проблему, возможность перейти от статичной версии языка к его динамичному варианту выглядит крайне привлекательно. Еще более заманчиво выглядит желание пойти дальше и расширить круг специфицируемых в языке ИТ-систем за счет не только динамических систем, но и ИИТ-систем, ориентированных на решение открытого класса задач, что, кстати, означает, что среди поступающих на вход ИИТ-системы могут встречаться задачи самой различной природы. Например, это могут быть задачи обучения или задачи рассуждений. Возникает вопрос: можно ли указать корректный язык семантического моделирования с достаточно простым синтаксисом, денотационной и эквивалентной ей операционной семантиками, в котором присутствовали бы конструкции, представляющие собой и формулы, и действия, а если необходимо, то и нужные средства спецификации и поддержки решения задач обучения и рассуждения, а также модальности и темпоральные операторы. О концепции такого языка (назовем его для краткости *DSM*) и пойдет речь ниже. Отметим, что данная концепция во многом следует идеям монографии Ю.Л. Ершова [6].

Пусть σ^* – расширенная предикатными переменными сигнатура конструктивной модели $HW(\mathcal{M})$ сигнатуры σ и пусть L – это язык исчисления предикатов первого порядка сигнатуры σ^* , ограниченный классом Δ_0 -формул с положительным вхождением в них предикатных переменных из набора $\sigma^* \setminus \sigma$. Таким образом, в языке присутствуют переменные двух типов: *индивидные* ($x, y, z, \dots$) и *предикатные* ($P, Q, H, \dots$). Множество переменных V – это объединение X множества индивидных переменных X и множества предикатных переменных P . Отображение $v: X \cup P \rightarrow HW(\mathcal{M}) \rightarrow 2^{HW(\mathcal{M})}$ – будем называть *состоянием*. Через $FV(\varphi)$ будем обозначать множество свободных индивидных и предикатных переменных формулы φ . Определим индуктивно взаимно определяемые классы *DSM-действий* и *DSM-формул* таким образом, чтобы *DSM-действия* (далее – просто *действия*) были способны изменять состояния, что влечет за собой изменение истинности *DSM-формул* (далее – просто *формулы*). Будем пользоваться символами $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ для обозначения

действий и символами $\varphi, \Psi, \dots$ – для обозначения формул. Через $FV(E)$ будем обозначать множество свободных индивидных и предикатных переменных синтаксической конструкции E – действия или формулы. Определим индуктивно синтаксис фрагмента языка DSM.

Синтаксис фрагмента языка DSM

1. Каждая Δ_0 -формула φ языка L сигнатуры σ^* есть *формула DSM* (далее – просто формула).

2. Класс формул замкнут относительно операций $\vee, \wedge, \exists x, \forall x, \neg$, где x – индивидная переменная; t – терм, не содержащий вхождений индивидной переменной x ; $\in$ означает «быть элементом списка», а $\leftarrow$ – «быть начальным подписанием».

3. Пусть $P \in \sigma^* \setminus \sigma$ – некий предикатный символ. Тогда P есть *действие* и $FV(P) = \{P\}$.

4. Если φ -формула и x – индивидная переменная, то выражение $\alpha \triangleq [\lambda x. \varphi]$ есть действие, где $\triangleq$ читается «по определению».

5. Если α – действие, а t – терм сигнатуры σ , то $\varphi \triangleq \alpha(t)$ – формула, у которой $FV(\varphi) = FV(\alpha) \cup FV(t)$.

6. Если α и β – действия, φ – формула, x – переменная, а t – терм, то $[\alpha \rightarrow \beta], [\alpha \wedge \beta], [\exists x. t. \alpha], [\forall x. t. \alpha], [\neg x. t. \alpha], [\neg x. t. \alpha], [\alpha \rightarrow \varphi], [\varphi \rightarrow \alpha], [\varphi \wedge \alpha], [\varphi \rightarrow \alpha]$ – действия.

7. Если α – действие, x – индивидная переменная, φ – формула, то $\Psi \triangleq \langle x := \alpha \rangle \varphi$ – формула, у которой $FV(\Psi) = FV(\alpha) \cup FV(\varphi) \setminus \{x\}$.

8. Если α и β – действия, x – индивидная переменная, то $\gamma \triangleq \langle x := \alpha \rangle \beta$ – действие, у которого $FV(\gamma) = FV(\alpha) \cup FV(\beta) \setminus \{x\}$.

9. Если α – действие, $P \in \sigma^* \setminus \sigma$ – предикатная переменная, φ – формула, то $\Psi \triangleq \langle P := \alpha \rangle \varphi$ – формула, у которой $FV(\Psi) = FV(\alpha) \cup FV(\varphi) \setminus \{P\}$.

10. Если α и β – действия, P – предикатная переменная, то $\gamma \triangleq \langle P := \alpha \rangle \beta$ – действие, у которого $FV(\gamma) = FV(\alpha) \cup FV(\beta) \setminus \{P\}$.

11. Если α и β – действия, φ – формула, x – переменная, а t – терм, то $[\alpha; \beta]$ – действие (*композиция действий*), $\langle x := t \rangle \varphi$ – формула, $\langle x := t \rangle \alpha$ – действие, **[if φ then α else β]** – *if-действие* и **[while φ do α]** – *while-действие*.

12. Если φ – формула, то $[\varphi?]$ – действие (*охранник/фильтр*), выполнение которого заключается в проверке условия φ и в случае его истинности выполнение общего действия продолжается, иначе вся программа закичивается.

13. Обогащаем наш формализм *недетерминированными действиями*, разрешая создание действий вида $[<x := ?> \alpha]$ и $[<P := ? > \alpha]$, где запись $E := ?$ означает «*присвоить E произвольное значение*»; этим значением может быть некая информация из внешнего мира, поставляемая тем или иным *оракулом*.

14. Для решения проблемы планирования обогатим наш язык конструкцией ρ , задаваемой следующей грамматикой: $\rho ::= \mathbf{O}\varphi \mid \varphi \mathbf{U} \mathbf{t} \varphi$. Здесь φ – формула, а $\mathbf{O}$ и $\mathbf{U} \mathbf{t}$ темпоральные операторы, интуитивно понимаемые следующим образом: $\mathbf{O}\varphi$ – «*в следующий момент истинна формула φ* »; $\varphi_1 \mathbf{U} \mathbf{t} \varphi_2$ – «*не более чем через t шагов (когда-нибудь, если $t = \infty$) истинна φ_2 , а до этого истинна формула φ_1* ».

Аналогично работе [6] можно определить математическую семантику фрагмента языка DSM и доказать ряд интересных и полезных математических фактов. Так, например, в рамках построенного языка мы можем анализировать различные взаимоотношения действий, скажем отношения *аппроксимации* и *эквивалентности* между действиями: если α и β – действия, то эти отношения мы будем записывать в виде выражений $(\alpha \dot{\sim} \beta)$ и $(\alpha \sim \beta)$, где $(\alpha \dot{\sim} \beta)$ означает, что $x(\alpha(x) \beta(x))$, а $(\alpha \sim \beta)$ означает, что имеет место $(\alpha \dot{\sim} \beta) \ \& \ (\beta \dot{\sim} \alpha)$. Имеют место равенства: $[\alpha \ \beta](t) = \alpha(t) \ \beta(t)$, $[\alpha \ \beta](t) = \alpha(t) \ \beta(t)$, $[\alpha \ \varphi](t) = [\varphi \ \alpha](t) = \alpha(t) \ \varphi$, $[\alpha \ \varphi](t) = [\varphi \ \alpha](t) = \alpha(t) \ \varphi$, $<x:=\alpha>\beta = y(\alpha(y) \ \varphi(y \ x))$ при условии, что переменная y не входит свободно в α и φ , $<x:=\alpha>\varphi = [y(\alpha(y) \ \beta(y \ x))]$ при условии, что переменная y не входит свободно в α и β .

Пусть $\mathbf{V}$ – это множество всех состояний модели $HW(\mathcal{M})$. Очевидно, что каждое действие α определяет бинарное отношение $\nu_1 \alpha \nu_2$ на множестве $\mathbf{V}$, интуитивно понимаемое как «*действие α , исполняясь и перевычисляя изначально заданные состоянием ν_1 значения*

своих свободных переменных в новые значения, тем самым переводит состояние v_1 в новое состояние v_2 ». Если для состояния v_1 существует состояние v_2 такое, что имеет место $v_1 \alpha v_2$, то будем говорить, что действие α *останавливается* на состоянии v_1 , и это факт обозначать как $v_1 \models \alpha$. Можно ввести понятие *пути* как последовательности $\langle v_1, v_2 \rangle$, $\langle v_2, v_3 \rangle$, ..., $\langle v_{n-1}, v_n \rangle$ и ставить вопрос *планирования* построения такой последовательности программ α_1, α_2 , ..., α_{n-1} , что имеет место $v_1 \alpha_1 v_2, v_2 \alpha_2 v_3$, ..., $v_{n-1} \alpha_{n-1} v_n$, где v_1 – *исходное*, а v_n – *целевое состояние*. Здесь особо интересной является проблема *декомпозиции* данной задачи путем определения такого набора *интервалов* типа $(v_i: \Psi_i; \alpha_i; v_{i+1}: \Psi_{i+1})$ (с указанием состояний и соответствующих им формул и действий), что весь искомый интервал $(v_{\text{начало}}: \Psi_{\text{начало}}; \alpha; v_{\text{цель}}: \Psi_{\text{цель}})$ предстает как последовательность интервалов: $\langle (v_{\text{начало}}: \Psi_{\text{начало}}; \alpha_{\text{начало}}; v_1: \Psi_1), (v_1: \Psi_1; \alpha_1; v_2: \Psi_2), \dots, (v_n: \Psi_n; \alpha_n; v_{\text{цель}}: \Psi_{\text{цель}}) \rangle$. Нетрудно понять, что в более общем случае мы будем иметь дело не с линейной последовательностью интервалов, а с древовидной структурой, состоящей из интервалов, для которой необходимо будет решать сложную задачу нахождения подходящей ветви этого дерева и при этом желательно находить оптимальную ветку согласно некоему критерию. Заметим также, что ставя проблему планирования, целесообразно определиться с такими понятиями, как *представление* («*считается, что верно ф*»), *желание* («*хочется, чтобы было верно ф*») и *намерение* («*планируется вести себя так, что, согласно представлениям, будет верно ф*»), вводя в язык соответствующие операторы. С этими модальностями мы уже сталкивались ранее, обсуждая требования и архитектуру ИИТ-системы.

При использовании всех этих конструкций представляется целесообразным ввести в язык также и кванторы пути $\mathbf{A}$ и $\mathbf{E}$, которые интерпретируются аналогично кванторам пути логики ветвящегося времени как «*любой возможный путь удовлетворяет свойству р*» и «*существует такой возможный путь, который удовлетворяет свойству р*».

И последнее замечание. Представляется, что при спецификации ИИТ-систем во многих случаях целесообразно предполагать, что время *дискретно* и что ИИТ-система «воспринимает» окружающий мир исключительно только через значения показателей, характеризующих текущее состояние объекта управления. Это позволяет нам считать, что состояние объекта управления в каждый конкретный момент времени t может быть записано в виде вектора значений переменных $V(t) = (v_1, \dots, v_n)$, полностью характеризующего состояние объекта. Именно начиная с этих достаточно жестких предположений можно уже сейчас реально ставить и решать **задачи обучения и прогнозирования**, о чем шла речь ранее. И здесь, как уже говорилось, можно либо воспользоваться положениями и результатами **семантического вероятностного вывода**, развиваемого проф. Е.Е. Витяевым, либо проанализировать возможность использования концепции **конечных автоматов Цетлина**, способных к обучению, либо использовать **механизм оракульной вычислимости для интеграции ИИТ-системы с LLM и LMM** как с оракулами, либо применить **гибридный вариант**. В дальнейшем, после соответствующих научных исследований, естественно, многие указанные выше ограничения могут быть ослаблены, сняты или изменены и можно будет перейти к построению полноценного языка семантического моделирования ИИТ-систем.

Заключение

Проблема создания ИИТ-систем, ориентированных на решение открытого класса задач, является одной из центральных тем, обсуждаемых сейчас на различных конференциях, семинарах, форумах, в чатах и журналах. Особенно жаркие споры по этой тематике ведутся среди исследователей, интересующихся такими направлениями, как общий искусственный интеллект (AGI) и агентный ИИ, в частности физический ИИ (Physical AI) и его разновидность – воплощенный искусственный интеллект (Embodied AI), предназначенный для рациональных киберфизических агентов, действующих в реальной, физической среде. Анализ этих обсуждений показывает, что к на-

стоящему времени удовлетворительное решение проблемы создания ИИ-агентов, способных решать открытый класс задач, пока не предложено. Но это не означает, что данная проблема принципиально не может быть решена. Мнение авторов этой статьи заключается в том, что к ее решению нужно двигаться постепенно, шаг за шагом. И один из таких шагов представлен в настоящей статье.

Литература

1. *Большая психологическая энциклопедия*. URL: <https://psychology.academic.ru/814/интеллект>.
2. *Гончаров С.С., Еришов Ю.Л.* Конструктивные модели. Новосибирск: Научная книга, 1999.
3. *Гончаров С.С., Свириденко Д.И.* Логический язык описания полиномиальной вычислимости // Доклады РАН. 2018. Т. 485, № 1. С. 11–14.
4. *Гончаров С.С., Свириденко Д.И.* Рекурсивные термы в семантическом программировании // Сибирский математический журнал. 2018. Т. 59, № 6. С. 1279–1290.
5. *Гумиров Ш.В.* Основы теории адаптации неживых объектов и адаптивный анализ в геологии. Новокузнецк: Интеллект, 1993.
6. *Еришов Ю.Л.* Определимость и вычислимость. Новосибирск: Научная книга, 2000.
7. *Краткий толковый психолого-психиатрический словарь*. URL: <https://med.niv.ru/doc/dictionary/psycho-psychiatric/fc/slovar-200.htm#zag-244>.
8. *Мартин Р.* Игра на победу: Как стратегия работает на самом деле. М.: ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2014.
9. *Мухомтов В.В., Хлебников С.В., Витяев Е.Е.* Улучшенный алгоритм семантического вероятностного вывода в задаче 2-мерного анимата // Нейроинформатика. 2012. Т.6, № 1. С. 50–62.
10. *Пальчунов Д.Е., Яхьяева Г.Е.* Нечеткие алгебраические системы // Вестник НГУ. Сер.: Математика, механика, информатика. 2010. Т.10, № 3. С. 75–92.
11. *Chandler A.D., Jr.* Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise. Cambridge: MIT Press, 1962.
12. *Goncharov S.S.* Conditional terms in semantic programming // Siberian Mathematical Journal. 2017. Т. 58. № 5. С. 794–800.
13. *Goncharov S., Nechesov A.* Solution of the problem $P=L$ // Mathematics. 2022. Vol. 10, No. 1. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/1/113>.
14. *Goncharov S.S., Sviridenko D.I.* Σ -programming // Transactions of the American Mathematical Society. 1989. Vol. 142. P. 101–121.

15. *Gumirov V., Matyukov P., Palchunov D.* Semantic domain-specific languages // SIBIRCON 2019 – International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, Proceedings Compilation, 2019. P. 0955–0960.

References

1. *The Great Psychological Encyclopedia.* Available at: <https://psychology.academic.ru/814>. (In Russ.).
2. *Goncharov, S.S. & Yu.L. Ershov.* (1999). Constructive Models. Novosibirsk, Nauchnaya Kniga Publ. (In Russ.).
3. *Goncharov, S.S. & D.I. Sviridenko.* (2018). Logical language of description of polynomial computing. Doklady RAN [Reports of the RAS], Vol. 485, No. 1, 11–14. (In Russ.).
4. *Goncharov, S.S. & D.I. Sviridenko.* (2018). Recursive terms in semantic programming. Sibirskiy matematicheskiy zurnal [Siberian Mathematical Journal], Vol. 59, No. 6, 1279–1290. (In Russ.).
5. *Gumirov, Sh.V.* (1993). Fundamentals of the Theory of Adaptation of Inanimate Objects and Adaptive Analysis in Geology. Novokuznetsk, Intellect Publ. (In Russ.).
6. *Ershov, Yu.L.* (2000). Definability and Computability. Novosibirsk, Nauchnaya Kniga Publ. (In Russ.).
7. *Brief Explanatory Dictionary of Psychology and Psychiatry.* Available at: <https://med.niv.ru/doc/dictionary/psycho-psychiatric/fc/slovar-200.htm#zag-244>. (In Russ.).
8. *Martin, R.* (2014). Playing to Win: How Strategy Really Works. Moscow, LLC “Mann, Ivanov and Ferber”. (In Russ.).
9. *Mukhortov, V.V., S.V. Khlebnikov & E.E. Vityaev.* (2012). An improved algorithm for semantic probabilistic inference in the 2D animat problem. Neyroinformatika [Neuroinformatics], Vol. 6, No. 1, 50–62. (In Russ.).
10. *Palchunov, D.E. & G.E. Yakhyayeva.* (2010). Fuzzy algebraic systems. Vestnik NGU. Ser.: Matematika, mehanika, informatika [NSU Bulletin. Series: Mathematics, Mechanics, Computer Science], Vol. 10, No. 3, 75–92. (In Russ.).
11. *Chandler, A.D., Jr.* (1962). Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise. Cambridge, MIT Press.
12. *Goncharov, S.S.* (2017). Conditional terms in semantic programming. Siberian Mathematical Journal, Vol. 58, No. 5, 794–800.
13. *Goncharov, S. & A. Nechesov.* (2022). Solution of the problem $P=L$. Mathematics, Vol. 10, No. 1. Available at: <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/1/113>.
14. *Goncharov, S.S. & D.I. Sviridenko.* (1989). Σ -programming. Transactions of the American Mathematical Society, 142, 101–121.
15. *Gumirov, V., P. Matyukov & D. Palchunov.* (2019). Semantic domain-specific languages. In: SIBIRCON 2019 – International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, Proceedings Compilation, 0955–0960.

Информация об авторах

Гумиров Виталий Шамилович – ООО «Eyeline СНГ» (630090, Новосибирск, ул. Мусы Джалиля, 3/1); независимый исследователь.

Гумиров Андрей Витальевич – Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1).

Свириденко Дмитрий Иванович – Институт философии и права СО РАН (630090, Новосибирск, ул. Николаева, 8); Центр искусственного интеллекта Новосибирского национального исследовательского государственного университета (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1).

dsviridenko47@gmail.com

Information about the authors

Gumirov, Vitaly Shamilovich – LLC Eyeline CIS (3/1, Musa Jalil St., Novosibirsk, 630090, Russia); independent researcher.

Gumirov, Andrey Vitalyevich – Novosibirsk National Research State University (1, Pirogov St., Novosibirsk, 630090, Russia).

Sviridenko, Dmitry Ivanovich – Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (8, Nikolaev St., Novosibirsk, 630090, Russia); Center for Artificial Intelligence, Novosibirsk National Research State University (1, Pirogov St., Novosibirsk, 630090).

dsviridenko47@gmail.com

Дата поступления 07.04.2026.

Принята к публикации 12.05.2026.

УДК: 165.3+140.8+141.2
DOI: 10.15372/PS20260207
EDN: KYGCWY

Н.Г. Ярецкая

**К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ
ЗАРОЖДЕНИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ
И ЕЕ КАЧЕСТВЕННОГО ОТЛИЧИЯ
ОТ ОБЪЕКТОВ НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ**

Материал статьи содержит представление о критически необходимом объеме знаний для уверенного погружения в проблему зарождения живой природы и ее качественного отличия от неживой природы. Описаны возможные научно-методологические подходы, а также представлен образ узла взаимозависимых проблем, полноценное решение которых предполагает синергетический охват в изучении всего их комплекса. В последнем выделены главные, определяющие вопросы, на решении которых сориентированы ведущие силы всей мировой науки. В соответствии с этим описано, какими способностями должен обладать исследователь, работающий в данной предметной области, для достижения реального, действенного и быстрого результата.

Ключевые слова: смена парадигм; компоненты абстрактной модели физической системы; психофизическая проблема; информационные потоки

N.G. Yaretskaya

**ON THE ISSUE OF POSSIBLE CAUSES
OF THE ORIGIN OF LIVING NATURE
AND ITS QUALITATIVE DIFFERENCE
FROM INANIMATE NATURE**

The article provides an overview of the critical amount of knowledge required to confidently understand the emergence of living nature and its qualitative difference from inanimate nature.

rences from inanimate objects. Possible scientific and methodological approaches are described, as well as the image of a node of interdependent problems, the full solution of which requires a synergistic approach to studying the entire complex. The latter highlights the main, determinative issues that are at the focus of the major force of global science. Accordingly, it describes the skills that a researcher in this field must possess in order to achieve a real, effective, and quick result.

Keywords: paradigm shift; components of an abstract model of a physical system; psychophysical problem; information flows

Введение

Изменение терминологического аппарата нередко влечет смену парадигм, научных представлений о мире и перспективах его изменений. В настоящее время по всему фронту исследовательских работ лидирует интерес к информационным технологиям, во многом зависящим, в свою очередь, от степени разработок в области нейронаук, а последние упираются в загадочность нерешенной психофизической проблемы. Найти подход к решению этого каскада проблем актуально, но сложно. Известный российский ученый, академик РАО Т.В. Черниговская по этому поводу ни единожды замечала, что «та страна, которая первая найдет нужный ответ в данной области, та опередит всех во всем остальном и сразу» [21].

Современный мировой расклад научных достижений своеобразен: в целом наблюдается отставание теоретических разработок от эмпирического и технологического вкладов. Это объясняется в том числе недоработками в теории квантовой физики, информатики и теории информации, в отдельных философских дисциплинах (прежде всего в онтологии, философии информации, философии сознания) из-за отсутствия представлений о «бесшовном соединении» физики и биологии и соответствующего соединяющего их принципа [1; 4; 10; 12–14; 18; 20; 21]. При рассмотрении поворотов развития науки на современном этапе заметно смещение интересов исследователей от термодинамических компонентов абстрактной модели физических систем к информационным, а также к сути и особенностям отдельных информационных потоков и их взаимодействию с другими компонентами системы. Можно утверждать, что нет еще единого синтезирующего подхода, ассимилирующего все значимые аспекты.

Основная проблема современной науки формулируется как вопрос: благодаря каким фундаментальным физическим причинам и факторам появилась живая природа, что явилось причиной ее качественного разрыва с природой неживой [2; 4–9; 11–16; 18–20; 22; 23]? Кроме того, до сих пор нет однозначного понимания, каким образом и почему внутри организмов (в отличие от неживых объектов, т.е. других сложных физических систем) появляется свойство субъективности, а потом в процессе эволюции на его основе – психика, мозг [1; 2], почему формируется пролонгированное воздействие этого первого шага. Представляется, что попытки понять это сводились в большинстве случаев [1–3; 18; 19; и др.] к поиску ответов с опорой на исследования, прежде всего термодинамических изменений, изначально рассматриваемых наукой в качестве основных слагаемых природы (информационные на этом фоне – сопутствующие). К сожалению, данный ракурс естествознания позволяет воспроизвести образ общего, единого для всех живых существ предка (LUCA) как самого нижнего достигаемого предела, но не дает возможность добраться до самого первого, образующего звена, четко выделив его из череды последующих в развивающейся биоцепи. Есть также предположения, что все это связано, наоборот, с воздействием именно информации (в пике линейной и нелинейной термодинамике) [9], но суть этой темы также далека от завершения в области теоретических построений. Многие ученые [12–14; 18; 19; 20] сомневаются, что на данный многогранный вопрос когда-либо станет возможным получить ответ. Однако есть исследователи, предлагающие теоретическое осмысление обозначенной проблемы. Остановимся на анализе их точек зрения.

Информационно-логический подход в решении сложных психофизических проблем

Нобелевский лауреат английский математик, физик и космолог Р. Пенроуз указывал на существование белых пятен в теории квантовой физики, невозможность их преодоления силами современной теории, но в то же время высказал предположение, что в роли физической причины зарождения субъективности могут выступать, на-

пример, квантовые скачки, в результате которых часть неживой материи преобразуется в живую [12–14]. Вместе с американским исследователем-анестезиологом С. Хамероффом он рассматривает идею о зарождении сознания в микротрубочках цитоскелета одноклеточных существ. Данный подход позволяет сосредоточиться на квантовом уровне как исходном для изучения проблемы, совмещая термодинамическую и информационную «начинку» сложных физических систем. Подход интересен, но без объяснения сути физической причины самих скачков оставляет непоясненным вопрос о времени и причине зарождения первородного сознания: что было (и было ли) в природе до того, как появилось сознание, был ли в истории природы еще какой-нибудь дополнительный период становления, предшествовавший оформлению сознания? Но эта концепция не проясняет ни образование самого цитоскелета, ни причину существования его обладателя; пытаясь раскрыть тему, нащупав мост между физикой и биологией, ученые тем не менее ищут суть «за мостом» и «перед мостом», не попадая никак в точку самого моста.

Австралийско-американским философом Д. Чалмерсом представлен анализ собственного подхода (также начинающего отсчет с квантового уровня) и многочисленных подходов других ученых, занимающихся исследованиями в области философии сознания (как совокупности еще и других сторон, с позиций которых предпринимается попытка объяснения), но ни один из рассмотренных им вариантов не дает всецело удовлетворяющего научного обзора: по крайней мере, редукционистский оспаривается, а вместе с ним оспаривается и возможность поиска естественных и достаточных именно физических причин [18].

Сформировались также представления, пришедшие в основном из IT-технологии и теории информации (функциональный подход), где все развитие природы воспринимается в рамках разворачивания информационных сетей, но последние рассматриваются без кардинальных изменений теоретических основ, без обновления компонентного состава абстрактной модели физических систем, а в подобных ситуациях это введение существенного обновления в фундаментальные основы теории предполагается.

Можно констатировать: теория все еще не пополнилась описанием характерного изменения взаимодействия между компонентами, которое могло бы пролить свет на процессы возникновения живой природы со всей ее атрибутикой. Непонятно, что позволяет открытым в области теории квантовой физики законам оставаться «верными, хотя и неполными» (с подачи А. Эйнштейна). Приходится заключить, что, во-первых, человечество зажато неблагоприятными для поиска наиважнейшего в своей судьбе оптимального решения временными и психологическими рамками; во-вторых, для того чтобы найти нужное, необходимо посмотреть иначе на известные зависимости, природу явлений, компонентный состав теорий и предложить новый ракурс и объяснение, создав варианты синтетических концепций. Отважившемуся на это исследователю нужно быть энциклопедистом – специалистом в области и теоретической физики, и психологии вместе с другими нейронауками, быть погруженным в разные естественно-научные, гуманитарные и технические дисциплины, теории и подходы (отсюда длительные сроки обретения опыта).

Еще недавно западная научная элита паниковала, предвидя, что «ответ придет с Востока», однако в настоящий момент западная наука развернулась по самым разным многообещающим направлениям и достигла некоторых успехов. Надеемся, что отечественной науке, постаравшейся максимально сфокусироваться на поиске необходимых знаний, также представится случай оказаться на авансцене. Ведущий российский нейрофизиолог, академик РАН К.В. Анохин полагает, что философская идея вот-вот сформируется, он делает свои предположения, оглядываясь на ход рассуждений А. Эйнштейна, указывая при этом, что в основу ее будет положен скорее всего один физический принцип, способный объяснить причину появления живой природы [1]. Д. Чалмерс этот искомый принцип будущей теории называет «третьим» по значимости основным принципом после уравнения Э. Шрёдингера и постулата измерения, который будет способен заполнить пробел в теории квантовой физики, четко указывая на мост, которым физика неживых систем соединяется с биофизикой и другими науками о живом [18]. К.В. Анохин предлагает свой вариант решения (теория когнитума) [1]. Однако его исследования ограничиваются только сферой нейрофизиологических проблем и их фи-

лософской обработкой. Соответственно, найденное здесь решение будет решением не всей психофизической проблемы, а только ее психофизиологической части. Полномасштабные исследования должны строиться на анализе всей палитры общих закономерностей, характерных для всей эволюционной цепи всего живого, и выделении причин функционирования отдельных локальных закономерностей на общем фоне.

Искомое полное решение вызовет лавину изменений во всех сферах философского знания, в области теории информации. Далее это решение посредством эффекта домино вызовет масштабные изменения в таких областях науки, как общая теория систем, материаловедение, кристаллография, химия и биохимия, биология, генетика и генная инженерия, логика, общая, дифференциальная и социальная психология, некоторые отрасли медицины и др. То есть найденное решение способно будет пробудить качественные нововведения в политике, экономике, культуре (психологии личности, социологии), философии науки (изменения, связанные со сменой научной логической парадигмы), информатике и т.д. И все это потому, что решение данной проблемы есть краеугольный камень в фундаменте знаний для всего живого, включая человека и сообщества. В стабильные периоды развития науки зачастую ученые, опираясь на устойчивую модель картины мира, сложенную из множества хорошо «притертых» друг к другу утверждений, лишь изредка позволяют себе в воображении «потянуть за какую-нибудь ниточку» фундаментальной теории: психологически трудно выискивать нестыковки в системах формул и технологий, осознавая, что именно с помощью последних науке в целом удавалось продвигаться, например, в высоких и прочих технологиях. На этом фоне внутренне сложно прогнозировать скорую грядущую революцию, о наступлении которой грезит, например, Р. Пенроуз [12]. То есть та, которая заполнит пустоты в теории квантовой физики, объяснит принцип эмерджентных скачков, физическую причину возникновения живой природы и субъективности в ней и предложит вероятное решение психофизической проблемы, что, в свою очередь, будет означать очередную смену парадигм.

Ниточка рвется в тонком месте методологического противостояния редукционистского и системного (холистического) подходов. С точки зрения первого, сложная система начинает складываться из каких-то начальных элементов физического мира, и любая теория рассматривает их в качестве основополагающих, отправных, испытывая подчас методологические трудности в попытках объяснить эффекты последующей череды событий. Данный подход дает представление о едином стержне, инварианте, единстве всех структур при наличии разнообразия их форм. Ученые стремятся достичь «редукционистского» идеала в своих построениях, но это остается нереализованным, так как научная действительность не дотягивает до необходимого уровня доказательной базы, позволяющего объяснить все природные явления, исходя из физических причин. Показательно, что, например, Д. Чалмерс перешел на позицию «натуралистического дуализма», восприняв ее как более подходящий выход из затруднительного положения [18]. В западной науке набирает силу еще одно ответвление – агностическое, представленное, например, немецким физиком С. Хоссенфельдер. Называя себя «специалистом в области квантовой физики», она, в частности, утверждает, что «целое – это сумма частей, ни больше и ни меньше. Бесчисленные эксперименты... подтверждали, что вещи состоят из более мелких вещей, и если вы знаете, что делают маленькие вещи, то вы можете сказать, что делают большие» [17, с. 47]. Но каким образом системы эмерджентно усложняются, ей непонятно, отсюда вывод: лучше взирать на теоретическую невнятицу с позиции агностицизма.

На наш взгляд, если исходить из недостаточно емкого представления о характеристиках частиц (игнорировать их информационно-логическую сторону и возможное ее влияние на построение физических систем, в том числе суперпозиционных), то остается держаться за дуализм, агностицизм, панпсихизм и т.д., не находя прочной редукционистской опоры. На современном этапе развития науки желающие (со стороны редукционистов) вычленив из неживого бытия зачаток живого проводят исследования на уровне молекулярной и квантовой биологии в надежде, что экспериментальным путем (например, путем создания различных модификаций кооцерватов)

удастся заполнить пустоты теории. Полагаем, что в квантовом мире действуют и законы, противоречащие нашему повседневному опыту, и, возможно, те (например, связанные с логическими способами передачи информации), которые, начинаясь на том уровне, продолжают на нашем.

С точки зрения системного подхода, сложная система образуется посредством эмерджентного скачка. Несмотря на признание этого подхода в науке, отметим, что у него есть слабое место, выражающееся в стремлении отмежеваться от первородных начал, благодаря которым система состоялась как качественно отличное от прочих. Видится не совсем убедительной отсылка к утверждениям о том, что, во-первых, усложняясь в своем эволюционном развитии, физическая система на каждом уровне преобразуется «до неузнаваемости» и, во-вторых, это обстоятельство ставит под сомнение актуальность и необходимость изучения сути изменений «безвозвратно уходящей натуры». В системном подходе, полагаем, бросается в глаза именно чрезвычайное разнообразие форм, возникновение которых легко приписать, например, мутациям или хаосу и – на удивление – не заметить при этом единства, пронизывающего все формы. Другими словами, во многих теориях, сосредоточенных на «масштабах», остаются невыделенными на условных графиках начальные, «образующие» точки систем, до которых системы еще нет, на точке система «завязывается» благодаря какому-то универсальному принципу, а далее благодаря последнему система только развивается, масштабируется, приспосабливается к функционированию в изменяющихся условиях, осваивая новые резервы. Подход предполагает «выплескивание младенца» из-за неумения вычленив самое первое звено цепи с принципом, благодаря которому оно возникло. Таким образом, необходимость обнаружения «третьего» принципа затушевывается, общий стержень не выявляется.

Полагаем, что если начала системы определены верно, то закономерность, впервые их слагающая, пройдет через все последующие этапы развития (где валидны упомянутые компоненты), являя единое и общее качество для всех структур. А это значит, что для лучшего понимания закономерности, слагающей живую природу, и для отсле-

живания путей развития ее первопричинных основ в переходе с уровня на уровень одновременно и снизу вверх, и сверху вниз следует объединить оба подхода, так чтобы они «проросли друг в друга», причем обнаружив особое взаимовыгодное совмещение своих потенций. При этом переход количества в качество (т.е. любой эмерджентный скачок) целесообразно объяснять посредством онтологического дополнения к теории квантовой физики: в состав абстрактной модели физических систем следует ввести еще один компонент, не рассматриваемый ранее как существенный (речь идет о логических способах переноса информации, присущих частицам). Это поможет раскрыть природные явления с такого нового ракурса, для которого будет актуален охват и снизу вверх, и сверху вниз одновременно, а выявляемые при этом зависимости, присущие именно вводимому в абстрактную модель компоненту, во-первых, не будут исчезать начиная с зачаточного уровня, а также при переходе системы с одного уровня на следующий и, во-вторых, будут, не теряя своего конституирующего свойства, своеобразно масштабироваться, что похоже на раскрытие потенциала подобно фракталам. Причем происходить это все будет на фоне учета того обстоятельства, что изменения, обусловленные действием прочих компонентов в системе (а именно термодинамических – в противоположность информационным), будут продолжать вносить свою существенную и, главное, материально ощутимую лепту в процесс развития, каждый раз обновляя облик системы (вплоть «до неузнаваемости», что и «бросается в глаза»). Система будет и от раза к разу существенно обновляться, и в то же время сохранять в себе неизменяемое начало, содержать единый инвариант.

Следовательно, если воспринять информационно-логический способ передачи сообщений частицами в качестве необходимого компонента абстрактной модели физических систем, то теоретическая неопределенность преодолевается: можно представлять, как и что «делают и большие, и маленькие вещи». Для того чтобы таким образом посмотреть на абстрактную модель физической системы, надо определить теоретически оправданный критерий, благодаря которому пробел в теории будет заполнен. В данном случае стоит задача

найти такой способ разделения, чтобы термодинамические и информационные компоненты модели были максимально разведены, но с указанием места их смычки («бутылочное горлышко») для взаимодействий. Следует мысленно тщательно отделить одну группу природных компонентов физической системы от другой начиная с квантового уровня, а именно все термодинамические составляющие системы (имеющие отношение к массе, энергии, вакууму, полям) и информационные, сосредоточившись на особенностях последних. Подобные попытки деления уже не единожды имели место в информатике, но каждый раз хоть в чем-нибудь друг от друга отличались. Так, например, для отдельно взятых систем представлений Р. Пенроуза и Д. Чалмерса характерна дихотомия общего информационного потока на потоки в виде «сообщения» и в виде «состояния», причем в адекватности выделения последнего Р. Пенроуз высказывал сомнение, но другого противовеса «сообщениям» пока не нашел. Его также не устраивало видение Дж. фон Неймана, принимавшего за единицу деления «обобщение состояний», называемое иначе «матрицей плотности». Усомнился он и в точке зрения Б. Рассела с его потоком «логического атомизма». Исследователь В.И. Корогодин (представитель функционального подхода в информатике) выделяет также пару аспектов, но это уже «фиксируемость» и «действенность», на которые, по его мнению, изначально делится поток информации [9].

Заключение

Нахождение подходящих определений воспринимается в науке как большая фундаментальная проблема, работа над которой продолжается, но все еще остается острым запрос на более тонко проводимый анализ как самого информационного потока, так и его составляющих. Главное действие выделения основных информационных компонентов абстрактной модели должно привести в итоге к адекватному с методологической точки зрения разделению, поглощающему без остатка в рамках какой-либо всеобъемлющей концепции все мыслимо выделяемые другие компоненты и объясняющему их суть.

Первым конструктивным шагом в этом направлении должно быть создание видоизмененного образа модели за счет введения нового компонента, взаимодействующего с полным комплектом всех остальных, скрепленных между собой необходимых компонентов абстрактной модели физических систем. Это должно объяснять формирование физических систем с кардинально различными свойствами, раскрывая, каким образом единая природа разделяется на неживую и оживающую (живую), каким образом и за счет чего живое получает дополнительный фактор своего развития в виде свойства субъективности, сознания, почему именно этот вид данное дополнительное свойство имеет, почему оно имеет тенденцию совершенствоваться, что есть аттрактор этой тенденции, есть ли предел данному совершенству, какое отношение к этому имеет информация и проч. Введенный в модель новый компонент и следующее за ним деление должны будут, опираясь на малое, объяснить максимально многое, гораздо большее, чем позволяют другие современные научные схемы, понятия, определения, законы.

Однако приступая к поискам, следует уточнить понятие информации и его трактовку как потока, отмежевавшись от бытующих в науке представлений, согласно которым из-за отсутствия строгого определения информации, по крайней мере в ближайшие годы, нельзя сформировать общее представление о концептуальной природе этого феномена. Полагаем, что информационно-логический подход, осваиваемый как параллельный и дополнительный ко всевозможным термодинамическим, позволит выстроить новое видение психофизической проблемы и приблизиться к ее решению.

Литература

1. Анохин К.В. Когнитом – гиперсетевая модель мозга // Нейроинформатика-2015: XVII всерос. науч.-тех. конф. с междунар. участием: Сб. науч. тр. М.: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2015. Ч. 1. С. 14–15.
2. Анохин К.В. Мозг и разум. URL: <https://omiliya.org/article/konstantin-anohin-mozg-i-razum> (дата обращения: 05.08.2025).

3. *Асмолов А.Г., Шехтер Е.Д., Черноризов А.М.* Преадаптация к неопределенности: непредсказуемые маршруты эволюции. М.: Акрополь, 2018. 212 с.
4. *Болтенков Е.М.* О предпосылках формирования теоретической биологии. Воронеж: Истоки, 1997. 140 с.
5. *Дубровский Д.И.* Информация. Сознание. Мозг: Расшифровка мозговых кодов психических явлений. М.: Высшая школа, 1980. 286 с.
6. *Дубровский Д.И.* Сознание. Мозг. Искусственный интеллект. М.: Стратегия-Центр, 2007. 264 с.
7. *Корогодин В.И.* Информация и феномен жизни. Пушкино, 1991. 201 с.
8. *Корогодин В.И.* Определение понятия «информация» и возможное его использование в биологии // *Биофизика*. 1983. Т. 28. С. 171–178.
9. *Корогодин В.И., Корогодина В.Л.* Информация как основа жизни. Дубна: Феникс, 2000. 208 с.
10. *Курицвейл Р.* Эволюция разума. М.: Э, 2016. 448 с.
11. *Маслова Е.В., Ярецкая Н.Г.* Новые подходы к анализу устройства сложных физических систем // *Вестник ВИЭСУ*. 2025. № 2. С. 59–67.
12. *Пенроуз Р.* Новый ум короля: О компьютерах, мышлении и законах физики. М.: Ленанд, 2022. 416 с.
13. *Пенроуз Р.* Тени разума: в поисках науки о сознании. Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. 687 с.
14. *Пенроуз Р., Шимони А., Картрайт Н., Хокинг С.* Большое, малое и человеческий разум. СПб.: Амфора, 2008. 191 с.
15. *Пригожин И.Р.* Конец определенности: Время, хаос и новые законы природы. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 1999. 215 с.
16. *Пригожин И.Р., Стенгерс И.* Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 431 с.
17. *Хоссенфельдер С.* Уродливая Вселенная: Как поиски красоты заводят физиков в тупик. М.: Эксмо, 2021. 97 с.
18. *Чалмерс Д.* Сознательный ум: В поисках фундаментальной теории. М.: Либроком, 2019. 512 с.
19. *Чернавский Д.С.* Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики // *УФН*. 2000. Т. 170 (№ 2). С. 157–183.
20. *Черниговская Т.В.* «Куда мы попали». Время задуматься... URL: <https://rutube.ru/video/1b4005ce952032b709cf8007b534cd50/?ysclid=mggiimklas731050474> (дата обращения: 11.07.2025).
21. *Черниговская Т.В.* Нейрофилософия и вызовы XXI века. URL: <https://rutube.ru/video/cb3fa5f1dc04e38c59ee8f21a036d2ba/> (дата обращения: 04.03.2025).
22. *Ярецкая Н.Г.* Логический излом: версия решения психофизической проблемы с позиции переосмысления историко-эволюционного подхода. Воронеж: Истоки, 2024. 252 с.
23. *Ярецкая Н.Г.* Синтетическая концепция зарождения живой природы: Приглашение к научной дискуссии // *Современная наука: эксперимент и научная дискуссия: Сб. науч. тр. по мат. XXXIII Междунар. науч.-практ. конф. (г.-к. Анапа, 26 мая 2025 г.)*. Анапа: НИЦ ЭСП в ЮФО, 2025. – 107–126.

References

1. *Anokhin, K.V.* (2015). Cognitome: a hypernetwork model of the brain. In: Neuroinformatics-2015. XVII All-Russian Scientific and Technical Conference with International Participation: Collection of scientific papers, Part 1. Moscow, Moscow National Research Nuclear University MEPhI, 14–15. (In Russ.).
2. *Anokhin, K.V.* Brain and Mind. Available at: <https://omiliya.org/article/konstan-tin-anohin-mozg-i-razum> (date of access: 05.08.2025). (In Russ.).
3. *Asmolov, A.G., E.D. Shekhter & A.M. Chernorizov.* (2018). Pre-adaptation to Uncertainty: Unpredictable Routes of Evolution. Moscow, Akropol Publ., 212. (In Russ.).
4. *Boltenkov, E.M.* (1997). On the Prerequisites for the Formation of Theoretical Biology. Voronezh, Istoki Publ., 140. (In Russ.).
5. *Dubrovsky, D.I.* (1980). Information. Consciousness. Brain: Decoding the Brain Codes of Mental Phenomena. Moscow, URSS Publ., 286. (In Russ.).
6. *Dubrovsky, D.I.* (2007). Consciousness. Brain. Artificial Intelligence. Moscow, Strategya-Tsentr Publ., 264. (In Russ.).
7. *Korogodin, V.I.* (1991). Information and the Phenomenon of Life. Pushchino, 201. (In Russ.).
8. *Korogodin, V.I.* (1983). Definition of the concept of “information” and its possible use in biology. Biofizika [Biophysics], 28, 171–178. (In Russ.).
9. *Korogodin, V.I. & V.L. Korogodina.* (2000). Information as the Basis of Life. Dubna, Feniks Publ., 208. (In Russ.).
10. *Kurzweil, R.* (2016). The Evolution of Mind. Moscow, E Publ., 448. (In Russ.).
11. *Maslova, E.V. & N.G. Yaretskaya.* (2025). New approaches to the analysis of the structure of complex physical systems. Vestnik VIESU [Bulletin of Voronezh Institute of Economics and Social Management], 2, 59–67. (In Russ.).
12. *Penrose, R.* (2022). The Emperor’s New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics. Moscow, Lenand Publ., 416. (In Russ.).
13. *Penrose, R.* (2005). Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness. Moscow & Izhevsk, Institute of Computer Science, 687. (In Russ.).
14. *Penrose, R., A. Shimony, N. Cartwright & S. Hawking.* (2008). The Large, the Small and the Human Mind. St. Petersburg, Amfora Publ., 191. (In Russ.).
15. *Prigogine, I.R.* (1999). The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Izhevsk, Reguljarnaya i Khaoticheskaya Dinamika Publ., 215. (In Russ.).
16. *Prigogine, I.R. & I. Stengers.* (1986). Order Out of Chaos: Man’s New Dialogue With Nature. Moscow, Progress Publ., 431. (In Russ.).
17. *Hossenfelder, S.* (2021). The Ugly Universe: How Beauty Leads Physics Astray. Moscow, Eksmo Publ., 97. (In Russ.).
18. *Chalmers, D.* (2019). The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory. Moscow, Librokom Publ., 512. (In Russ.).

19. *Chernavsky, D.S.* (2000). The origin of life and thinking from the viewpoint of modern physics. UFN [Advances in Physical Sciences], Vol. 170, No. 2, 157–183. (In Russ.).

20. *Chernigovskaya, T.V.* “Where Have We Come”. Time to Reflect... Available at: <https://rutube.ru/vidio/1b4005ce952032b709cf8007b534cd50/?ysclid=mggiimk1as731050474> (date of access: 11.07.2025). (In Russ.).

21. *Chernigovskaya, T.V.* Neurophilosophy and the Challenges of the 21st Century. Available at: <https://rutube.ru/vidio/cd3fa5f1dc04e38c59ee8f21a036d2ba/> (date of access: 04.03.2025). (In Russ.).

22. *Yaretskaya, N.G.* (2024). Logical Break: A Version of the Solution of the Psychophysical Problem from the Perspective of Rethinking the Historical and Evolutionary Approach. Voronezh, Istoki Publ., 252. (In Russ.).

23. *Yaretskaya, N.G.* (2025). The synthetic concept of the origin of living nature: An invitation to scientific discussion. In: Modern Science: Experiment and Scientific Discussion. Collection of scientific papers based on the materials of the XXXIII International Scientific and Practical Conference (Anapa, May 26, 2025). Anapa, Research Center for Economic and Social Processes in the South Federal District, 107–126. (In Russ.).

Информация об авторе

Ярецкая Наталья Генриховна – Институт социального образования
(394033, Воронеж, ул. Ленинградская, 62).
natalia12021957@gmail.com

Information about the author

Yaretskaya, Natalia Genrikhovna – Institute of Social Education (62, Leningradskaya St., Voronezh, 394033, Russia).
natalia12021957@gmail.com

Дата поступления 10.03.2026.
Принята к публикации 12.05.2026.

УДК: 51:101.8

DOI: 10.15372/PS20260208

EDN: LNWQNL

В.М. Резников

К КЛАССИФИКАЦИИ ОЦЕНИВАНИЯ ФИЛОСОФСКОЙ АКТИВНОСТИ В НАУКЕ НАУЧНЫМ СООБЩЕСТВОМ

В статье предложен вариант классификации оценок значимости философских идей и участия философов в науке, которые были сформулированы известными представителями науки: А. Эйнштейном, Р. Фейнманом, П. Медаваром и С. Вайнбергом. Большое внимание уделено анализу критических аргументов Вайнберга, таких как отсутствие универсальных философских теорий, адекватных для исследований в физике, абсолютная консервативность философов, скудный набор подходов для объяснения и понимания физических феноменов. Показано, что только последний аргумент является обоснованным, однако в современной философии науки интенсивно изучаются новые подходы к пониманию в науке. На основе анализа литературы показано, что ученые-биологи высоко оценивают участие философов в науке и полученные ими результаты по применению концептуального анализа в науках о жизни, в частности в исследованиях стволовых раковых клеток. Продемонстрированы перспективы применения критического философского анализа в некоторых областях знания, например в анализе данных.

Ключевые слова: философия науки; концептуальный анализ; критический анализ; физика; медицина; раковые заболевания; раковые стволовые клетки; анализ данных

V.M. Reznikov

TOWARDS A CLASSIFICATION OF THE SCIENTIFIC COMMUNITY'S ASSESSMENTS OF PHILOSOPHICAL ACTIVITY IN SCIENCE

The article proposes a variant of classification of assessments of the significance of philosophical ideas and the involvement of philosophers in science, as

formulated by renowned scientists: A. Einstein, R. Feynman, P. Medawar and S. Weinberg. Much attention is paid to analyzing Weinberg's critical arguments, such as the lack of universal philosophical theories adequate for research in physics, the absolute conservatism of philosophers, and the paucity of approaches for explaining and understanding physical phenomena. It is shown that only the last argument is justified; however, new approaches to understanding science are being vigorously studied in contemporary philosophy of science. Based on a literature review, it is shown that biologists highly appreciate the involvement of philosophers in science and their results in applying conceptual analysis to the life sciences, particularly in cancer stem cell research. The potential for applying critical philosophical analysis to certain fields of knowledge, such as data analysis, is demonstrated.

Keywords: philosophy of science; conceptual analysis; critical analysis; physics; medicine; cancer diseases; cancer stem cells; data analysis

Введение

Научное сообщество в целом позитивно оценивает влияние философских идей от Платона до Канта на интеллектуальное развитие и культурный уровень представителей науки. Однако для научной среды характерны отсутствие консенсуса и вариабельность оценок по вопросу о влиянии философского аппарата и философской деятельности на текущие научные исследования. Необходимо отметить, что в современной науке наблюдается тенденция устойчивого роста условий для использования в ней философских идей и участия философов в научной деятельности. Эта тенденция связана с операционализацией философских идей в популярных областях знания, а также с непосредственным участием философов в этих науках, например таких, как информатика, и прежде всего использование в области искусственного интеллекта, а также медицина, экология и некоторые другие. Цель данной публикации заключается в разработке классификации оценок значимости философских методов в науке, предложенных некоторыми известными представителями научного сообщества, и в объяснении тенденций, отражающих влияние философской активности в науке. Для демонстрации широкого спектра оценок, которые были предложены учеными по вопросу о значимости философских идей в науке, имеет смысл структурировать эти оценки по уровню критичности, начиная от самых негативных и вплоть до комплиментарных.

Классификация критических аргументов против значимости философских идей для науки в порядке убывания их критичности

Начнем с аргументов нобелевского лауреата в области физики С. Вайнберга, который в своей книге, посвященной созданию окончательной научной теории, уделил целую главу критике значимости философии [1]. Приведу его аргументы.

1. В философии не разработаны универсальные подходы, адекватные для исследований различных физических процессов. Например, позитивизм оказал положительное влияние на создание Э. Эйнштейном частной теории относительности, однако следование позитивизму не позволило некоторым физикам понять и признать новые открытия в области физики, потому что эти достижения были совершены на основе косвенных, а не прямых наблюдений. Так, физик В. Кауфман не стал автором открытия веса электрона, а создатель позитивизма Э. Мах до конца жизни не признавал открытия атомов, так как последнее было осуществлено с помощью косвенных, а не прямых экспериментов.

2. Единственный смысл в изучении философии состоит в том, что она знакомит с ошибками мыслителей прошлого и тем самым способствует их избеганию, однако изучение философии не приводит к новым идеям.

3. Философы являются консерваторами. Так, они не расстаются с некоторыми идеями даже при наличии новых интеллектуальных достижений, вплоть до полного краха ранее осмысленных результатов.

4. Способы объяснения, которые предлагает философия, адекватны для ограниченного числа ситуаций и не представляют интереса для физики.

Прежде чем двигаться дальше, приведу соображения А. Эйнштейна о возможности создания окончательных теорий в физике. Так, А. Эйнштейн считал, что создание окончательной теории в принципе невозможно из-за развития языка науки. Дело в том, что понятия, входящие в состав теории, будут совершенствоваться, что в итоге приведет к формулированию иной, более совершенной теории. Теперь перехожу к ответам на критику Вайнберга.

1. Мой философский ответ на утверждение об отсутствии универсальности в философии состоит в том, что ни в какой области знания нет перманентно универсальных методов, критериев, норм и т.д., потому что они только временно могут иметь статус универсальных, так как неизбежно встречаются ситуации, где эти подходы оказываются неприемлемыми. Так, в математической статистике известным математиком К. Пирсоном был разработан универсальный критерий хи-квадрат Пирсона для проверки соответствия данных различным законам распределения, как дискретным, так и непрерывным. В теории этого критерия предполагается группирование данных, однако теория не является полностью операциональной, так как в ней не разработана операция группирования данных. В частности, в теории критерия нет ответа на практически значимые вопросы, такие как вопросы о том, могут ли некоторые группы быть пустыми, сколько может быть пустых групп и как определять неизвестные параметры распределений – по группированным или негруппированным данным. Конечно, Вайнберг прав в том, что не существует универсальной философской доктрины, которая является наилучшей для применения во всех науках для решения всех проблем. Если бы такая универсальная концепция существовала, то рано или поздно ученые бы ее обнаружили и применяли для решения всех научных проблем. Однако наилучших универсальных философских теорий не существует.

2. Точку зрения Вайнберга о минимальной значимости философии для науки не разделяют многие выдающиеся физики. Так, например, А. Эйнштейну философия представлялась резервуаром плодотворных идей, однако физик имеет ограниченные интеллектуальные и временные ресурсы для исследования интересующей его проблемы, поэтому не исключено, что ученый использует не оптимальную философскую теорию, а ту, которой он владеет [8]. Но впоследствии серьезный исследователь расширяет границы своего философского аппарата, и поэтому вполне вероятно, что при решении другой физической проблемы он будет применять более адекватную философскую теорию. Так, А. Эйнштейн отмечал, что при формулировании частной теории относительности он опирался на философские идеи эмпириков – Э. Маха и в еще большей степени Д. Юма, однако в дальнейшем при создании общей теории отно-

сительности для него оказалась плодотворной философия конвенционализма [9].

3. Приведу только один факт, убедительно опровергающий утверждение о консерватизме физиков. Известно, что после появления различных интерпретаций квантовой механики многие физики оказались не готовы воспринимать дальнейшие результаты, относящиеся к усовершенствованию полученных интерпретаций, и тем более последующие другие интерпретации. Так, по воспоминаниям известного физика Д. Белла, ведущие физические журналы не принимали к публикации статьи, содержащие описания новых интерпретаций квантовой физики. Неоценимую поддержку физикам оказало философское сообщество: дело в том, что у философов нет предубеждений против множественности несовместимых объяснений одних и тех же феноменов. Поэтому физики долгое время публиковали свои работы в философских журналах вплоть до признания физическим сообществом легитимности множественности интерпретаций квантовой физики [6].

4. Что касается проблем объяснения и понимания, то действительно в философии пока немного результатов, адекватных для наук, однако интенсивные исследования в этом направлении продолжаются.

От бескомпромиссной критики Вайнберга перейдем к менее жесткой критике у других ученых. Так, нобелевский лауреат в области физики Р. Фейнман не отрицал априори значимости философии для науки, но относился к ней скептически, о чем свидетельствует предложенная им аналогия. Он задавал вопрос: кому нужна орнитология? Согласно Фейнману, она нужна орнитологам, однако он полагал, что изучение биологами птиц приводит к лучшему пониманию пернатых и тем самым потенциально к улучшению условий существования последних. А далее, рассуждая по аналогии, Фейнман утверждал, что философия науки нужна философам, но, по его мнению, возможно, что изучение науки философами в итоге окажет пользу ученым [8, р. 2].

П. Медавар, нобелевский лауреат в области физиологии и медицины, был философствующим ученым, дружил с К. Поппером. Несмотря на это, у Медавара был скептический настрой по отношению к перспективам участия философов в научной деятельности. Так, он

полагал, что освоение философами научных идей на основе научных методов за ограниченное время оказывается сложным мероприятием, так как в науке нет особенных методов. А если нет наиболее значимых методов, тогда освоение многих методов предполагает погружение в науку, что требует большого времени и больших усилий [8].

Теперь перейдем к ученым, которые в целом позитивно оценивали значимость философских идей и участие философов в науке, однако полагали, что деятельность философов в науке ограничена их участием в исследованиях, как правило, связанных с классическими проблемами науки. Так, согласно Г. Шаферу, известному выдающимся достижениями в области стохастической математики, участие философов в исследованиях в области теории вероятностей, как правило, было ограничено исключительно классическими разделами этой науки [12]. В качестве примера он приводил известного философа И. Хакинга, который написал одну книгу, посвященную началу становления теории вероятностей [5]. Другие книги этого автора действительно посвящены становлению классической теории вероятностей. Убежденность Шафера в ограниченности участия философов в изучении теории вероятностей рамками классической математики основана на серии книг, написанных философами, которые были специально посвящены стохастической математике. При этом только две книги – Дж. Плато и И. Хакинга – были посвящены началу современной теории вероятностей [5; 10], а все остальные относятся к классической теории вероятностей. Поэтому, по мнению Шафера, ученые сами должны создавать историю и философию своих наук. Шафер, кроме достижений в теории вероятностей, известен результатами в истории стохастической математики, а также в области операционализации причинных отношений в экспертных системах.

Необходимо отметить, что основания для критики философии науки современными учеными не ограничены тем, что достижения философов относятся к классической науке. Так, Д. Барфут, работающий в области информатики, отрицает значимость результатов классиков и современных философов науки, так как, по его мнению, эти достижения не определяют направления перспективных исследований, а лишь отражают некоторые особенности научного знания. В частности, Барфут предъявляет претензии к попперовскому фаллибизму, считая, что он не определяет вектор развития науки [2].

Барфут полагает, что философия имеет значение для науки, однако в современной философии нет значимых идей для описания вектора развития науки, поэтому исследователям необходимо создать собственную теорию развития знания на основе выдающихся достижений науки. Так, для теории информации, согласно Барфуту, значимым является понятие колмогоровской сложности. Напомню определение этого понятия. Пусть задана последовательность чисел, тогда колмогоровская сложность определяется длиной программы, которая печатает эту последовательность. Очевидно, что чем более явными и понятными закономерностями обладает эта последовательность, тем короче будет длина программы, и наоборот, длина программы для хаотической, бессистемной последовательности будет сопоставима с длиной этой последовательности.

Выскажу свои замечания по поводу критерия развития науки на основе колмогоровской сложности. Во-первых, теория Колмогорова не является в полной мере операциональной, она имеет асимптотический характер и корректно применима для бесконечных последовательностей. Во-вторых, Барфут не предлагает каких-либо идей и методов для выявления теорий, имеющих наименьшее описание по Колмогорову. Кроме того, исходя из прагматических соображений изложение научных теорий отнюдь не должно следовать критерию минимальной колмогоровской сложности, так как такой стиль изложения, по-видимому, затрудняет овладение такими теориями. И последнее: критика Барфутом фаллибилизма Поппера не является адекватной, так как фаллибилизм имеет определенное самостоятельное значение и вполне совместим с критерием колмогоровской сложности.

Известны два направления философской активности в науке, которые в литературе не были подвержены критике представителями науки: концептуальный и критический анализ научной деятельности. Хотя в реальных исследованиях могут быть представлены оба вида анализа, например проведение концептуального анализа может привести к критике анализируемых понятий. Тем не менее имеет смысл их разделять, так как они неодинаково представлены в известной литературе. Дело в том, что число работ, относящихся к концептуальному анализу, существенно превышает число публикаций, посвященных критическому анализу, поэтому здесь я ограничусь

несколькими примерами, относящимися к концептуальному анализу в области медицины.

Представители медицины положительно оценивают результаты концептуального анализа, как осуществляемого математиками в качестве этапа, предшествующего формализации, так и проведенного философами. Например, некоторые результаты совместной работы знаменитого математика И.М. Гельфанда и специалистов в области медицины привели к лучшему пониманию диагностики. Также положительно оценивается совместная деятельность современного профессионального философа Л. Лаплане и исследователей раковых заболеваний. В современной медицине один из самых перспективных подходов к излечению раковых заболеваний заключается в ликвидации стволовых раковых клеток. Л. Лаплане – это дипломированный философ, обладатель степени PhD в области философии со специализацией в философии медицины. Исследовательница в течение шести лет работала в двух лабораториях, занимающихся исследованиями раковых клеток, результатом работы стала монография, в которой она провела концептуальный анализ понятия «стволовая раковая клетка». В итоге ей удалось описать онтологию свойства быть раковой стволовой клеткой.

Приведу некоторые результаты, отраженные в монографии Л. Лаплане. Во-первых, носителями свойства быть раковой стволовой клеткой являются собственно раковые стволовые клетки, для этих клеток оно является внутренним, категорическим, независимым от окружения. Во-вторых, носителями этого свойства являются раковые стволовые клетки, для которых оно является внутренним, но не категорическим, а диспозициональным, т.е. для инициализации этих клеток нужно специальное окружение. В-третьих, носителями указанного свойства являются раковые нестволовые клетки, для которых это свойство является внешним, реляционным, они приобретают свойство быть стволовой клеткой в результате влияния определенной клеточной среды. В-четвертых, носителями свойства быть раковой стволовой клеткой являются раковые клетки, для которых оно является внешним, системным, они приобретают это свойство в результате влияния большого множества разнородных клеток [7]. Как отмечает Х. Клеверс, известный специалист в области

лечения раковых заболеваний, результаты Лаплана по крайней мере приводят к лучшему пониманию роли стволовых клеток в заболевании, но в действительности они влияют на планирование исследований стволовых клеток и создание эффективных методов противодействия раковым стволовым клеткам и их окружению [3].

Теперь кратко остановимся на связи попперовской фальсификации теорий и критики теорий в приложениях.

От фальсификации теорий к их критике в приложениях

К. Поппер полагал, что основная задача науки и философии состоит в обеспечении роста знания, а максимальный прирост знания происходит в результате фальсификации научных теорий. Согласно Попперу, теории являются научными, если они открыты для фальсификации, т.е. открытость критике является значимым признаком научности. Если в результате критики теория оказалась фальсифицируемой, то тем самым непосредственно обосновано, что она является научной; если же теория устояла в результате многочисленных попыток фальсификации, то она тоже, но скорее потенциально является научной теорией.

Почему Поппер считал, что работы исследователей по фальсификации знания являются потенциально результативными? Дело в том, что по Попперу, все теории изначально оказываются несовершенными. Насколько фальсификационизм оказывается актуальным для практики научных исследований? Так, согласно Т. Куну, все новые теории сначала подвергались жесткой критике, в том числе и те, которые со временем получили всеобщее признание и стали образцом научного совершенства, например теория И. Ньютона вплоть до создания А. Эйнштейном теории относительности. Поэтому трудно признать актуальной работу по критике теории Ньютона после становления этой теории в течение очень большого промежутка времени. В связи с представленными выше соображениями фальсификационизм Поппера в узком смысле имеет значение в определенные периоды развития теорий и не относится к основной деятельности философов в науке.

Для того чтобы оценить место фальсификационизма в науке, необходимо понять, насколько идея фальсификационизма является универсальной по отношению к различным областям знания. По моему мнению, фальсификационизм имеет неодинаковую значимость для различных научных дисциплин. Но для некоторых дисциплин, используемых в приложениях, значимость критики трудно переоценить, например для математической статистики. Почему формальные теории не вполне подходят для приложений? Общий ответ: потому, что они предназначены для исследований абстрактных понятий. А почему значима критика математической статистики? Дело в том, что результаты, которые получают на основе применения этой науки, имеют в большей мере теоретический характер по сравнению с посылками, на основе которых эти результаты были получены. В связи с этим результаты, полученные на основе применения математической статистики, не являются достоверно корректными, а оказываются лишь правдоподобными. Поэтому принципы математической статистики и практика применения статистики оказываются естественными объектами критического анализа со стороны философов, обладающих знаниями в области статистики и ориентированных на участие в научной деятельности.

Теперь я предлагаю краткое описание несовершенств этой науки.

Критика математической статистики в контексте ее приложений

1. Многие виды статистического анализа основаны на использовании событий с ничтожными вероятностями. Например, проверка статистических гипотез основана на принципе А. Курно. Дадим его описание: $A \rightarrow B$ с ничтожной вероятностью, однако B , следовательно, $\neg A$. Содержательная формулировка такова: из A следует B с ничтожной вероятностью, однако произошло редкое событие B , следовательно, гипотеза A опровергается. Почему ориентация на события с минимальными вероятностями оказывается проблематичной? Во-первых, применение событий с ничтожными вероятностями противоречит надежности принимаемых решений, так как обоснованные решения опираются на регулярно или часто происходящие события.

Во-вторых, знание о существовании событий с ничтожными вероятностями априори в реальном мире невозможно. В-третьих, во многих областях знания нет теорий, объясняющих существование событий с ничтожными вероятностями. В-четвертых, для того чтобы экспериментально убедиться в существовании событий с ничтожными вероятностями, необходима реализация многочисленных испытаний.

2. Некоторые статистические операции не являются конструктивными операциями, например группирование данных. Поэтому критерий Пирсона хи-квадрат для проверки гипотез на соответствие данных распределением, предполагающий группирование данных, не является обоснованным, так как не исключено, что при одном разбиении данных проверяемая гипотеза опровергается, а при другом не опровергается, а в статистике нет понятия объективного группирования.

3. Решение любой задачи в прикладной статистике достижимо, если известно распределение данных и то, каким образом они связаны, или что данные независимы. Проблема определения независимости оказывается контекстуальной. Во-первых, верификация независимости изучаемых данных зависит от типа их распределения. Так, если данные подчиняются распределению Гаусса, то для проверки независимости применяют коэффициент корреляции. При этом нулевое значение коэффициента корреляции обычно, но не всегда оказывается свидетельством в пользу независимости данных. Отметим, что если данные независимы, то коэффициент корреляции равен нулю. Во-вторых, проверка независимости зависит от числа случайных величин. Так, для проверки независимости двух переменных подходят таблицы сопряженности. Однако таблицы сопряженности не подходят для проверки независимости исходов испытаний по бросанию монеты, так как здесь одна случайная величина с двумя ее возможными значениями, поэтому здесь для проверки независимости используют иные методы.

4. Одним из самых задеймованных понятий в статистическом анализе оказывается понятие статистической значимости. В известной литературе это понятие очень часто критикуется уже длительное время – более 30 лет [4]. Критиками этого понятия выступают представители многих профессий, где используется статистический ана-

лиз. Проще назвать специальности, представители которых не являются критиками данного понятия, это представители технических наук и небольшое число физиков. Все остальные – психологи, биологи, медики, экономисты, педагоги и представители других профессий – его критикуют. Надо отметить, что эта критика не осталась незамеченной математиками, они пытаются создать универсальный статистический аппарат без апелляции к понятию статистической значимости. Пока такой аппарат не разработан, но посредством синтеза теории графов, теории игр и теории вероятностей на основе мартингалов была создана теория, обеспечивающая решение задач по проверке статистических гипотез без использования понятия статистической значимости [11].

Заключение

Таким образом, разнообразные оценки адекватности философских идей научным исследованиям и полезности философской деятельности в науке можно ранжировать от полного отрицания значимости философии до признания полезности участия философов в научных исследованиях, особенно в науках о жизни. Так, в планы работ некоторых научных лабораторий, исследующих влияние стволовых раковых клеток на раковые заболевания, включено участие философов с целью проведения концептуального анализа современных теорий, описывающих причины возникновения стволовых раковых клеток, их воздействие на течение болезни и методы их устранения. Признание значимости концептуального анализа в медицине и других науках о жизни не случайно, так как знание в этих дисциплинах не всегда формулируется на основе строгих понятий. Поэтому работа по уточнению понятий оказывается предпосылкой для формулирования более правильных теорий, а развитие теоретического знания приводит к лучшему пониманию болезней, уточнению их диагностики и эффективному лечению.

Отмечу, что в известной научной литературе критическому философскому анализу научного знания, в отличие от концептуального анализа, не уделено много внимания, за исключением внимания к массовой критике, как, например, в случае критики понятия ста-

тистической значимости. Однако развитие научного знания предполагает его критику, но в науке не принято критиковать используемые методы, если нет альтернативных подходов. Поэтому характерной чертой науки оказывается дефицит критического философского анализа научного знания и научной деятельности в целом, что создает предпосылки для участия в научной деятельности философов, которые имеют научную подготовку.

Литература

1. *Вайнберг С.* Мечты об окончательной теории. М.: Едиториал УРСС, 2004. 256 с.
2. *Burfoot D.* Notes on a New Philosophy of Empirical Science, 2011. URL: <https://arxiv.org/abs/1104.5466> (дата обращения: 29.11.2025).
3. *Clevers H.* Defining stemness // *Nature*. 2016. Vol. 534. P. 176–177.
4. *Fidler F.* From Statistical Significance to Effect Estimation. Taylor and Francis, 2022. 288 p.
5. *Hacking I.* Logic of Statistical Inference. Cambridge University Press, 1976. 215 p.
6. *Humphrey P.* Probability theory and its models // *Probability and Statistics: Essays in Honor of David A. Freedman* / Ed. by D. Nolan, T. Speed. Beechwood, Ohio, USA: Institute of Mathematical Statistics, 2008. Vol. 2. P. 1–11.
7. *Laplane L.* Cancer Stem Cells: Philosophy and Therapies. Harvard University Press, 2016. 272 p.
8. *Nola R., Sankey H.* Theories of Scientific Method. Acumen, 2007. 381 p.
9. *Norton J.* How Hume and Mach helped Einstein find special relativity // *Discourse on a New Method* / Ed. by M. Domskey, M. Dicrson. Chicago: Open Court, 2010. 852 p.
10. *Plato J.* Creating Modern Probability: Its Mathematics, Physics, and Philosophy in Historical Perspective. Cambridge University Press, 1994. 323 p.
11. *Shafer G.* Testing by betting: A strategy for statistical and scientific communication // *Journal of the Royal Statistical Society*. 2019. Vol. 184, No.2. P. 407–431.
12. *Shafer G.* The unity and diversity of probability // *Statistical Science*. 1990. Vol. 5. P. 435–462.

References

1. *Weinberg, S.* (2004). *Dreams of a Final Theory*. Moscow, Editorial URSS Publ., 256. (In Russ.).
2. *Burfoot, D.* (2011). Notes on a New Philosophy of Empirical Science. Available at: <https://arxiv.org/abs/1104.5466> (date of access: 29.11. 2025).

3. *Clevers, H.* (2016). Defining stemness. *Nature*, 534, 176–177.
4. *Fidler, F.* (2022). From Statistical Significance to Effect Estimation. Taylor and Francis, 288.
5. *Hacking, I.* (1976). *Logic of Statistical Inference*. Cambridge University Press, 215.
6. *Humphrey, P.* (2008). Probability theory and its models. In: D. Nolan & T. Speed (Eds.). *Probability and Statistics: Essays in Honor of David A. Freedman*. Beechwood, Ohio, USA, Institute of Mathematical Statistics, 2, 1–11.
7. *Laplane, L.* (2016). *Cancer Stem Cells: Philosophy and Therapies*. Harvard University Press, 272.
8. *Nola, R. & H. Sankey.* (2007). Theories of Scientific Method. *Acumen*, 381.
9. *Norton, J.* (2010). How Hume and Mach helped Einstein find special relativity. In: M. Domskey & M. Dicrson (Eds.). *Discourse on a New Method*. Chicago, Open Court, 852.
10. *Plato, J.* (1994). *Creating Modern Probability: Its Mathematics, Physics, and Philosophy in Historical Perspective*. Cambridge University Press, 323.
11. *Shafer, G.* (2019). Testing by betting: A strategy for statistical and scientific communication. *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 184, No. 2, 407–431.
12. *Shafer, G.* (1990). The unity and diversity of probability. *Statistical Science*, 5, 435–462.

Информация об авторе

Резников Владимир Моисеевич – Институт философии и права СО РАН
(630090, Новосибирск, ул. Николаева, 8).
mathphil1976@gmail.com

Information about the author

Reznikov, Vladimir Moiseevich – Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (8, Nikolaev St., Novosibirsk, 630090, Russia).
mathphil1976@gmail.com

Дата поступления 25.03.2026.
Принята к публикации 12.05.2026.



Памяти Александра Леонидовича Симанова

УДК: 117

DOI: 10.15372/PS20260209

EDN: CZMSTM

А.Ю. Сторожук

ФИЛОСОФСКИЕ ИДЕИ А.Л. СИМАНОВА

В этой статье автор отдает дань памяти основателю и первому главному редактору журнала «Философия науки» д.филос.н. Александру Леонидовичу Симанову. Известный методолог науки занимался преимущественно философией физики, где подробно осветил большое количество тем, придавая им свое уникальное понимание. Например, научная метафизика понималась им методологически – как способ генерации научных гипотез, проверяемых в дальнейшем эмпирически. Метафизику и методологию А.Л. Симанов рассматривал диалектически с позиций исторического материализма, подчеркивая принципиальную незавершенность научного познания, указывая на постепенный переход от метафизики объектов к метафизике состояний и структур. От научного структурализма подход Симанова отличался признанием наличия внутренней структуры объекта, чье изменение происходит не только из-за вмешательства внешних сил, но и по причине его внутренней эволюции, а также в ходе изменения внутренних качеств в ответ на внешние воздействия.

Ключевые слова: метафизика; методология физики; причинность и детерминизм; антропный принцип; множественность Вселенной; фундаментальные постоянные

A.Yu. Storozhuk

PHILOSOPHICAL IDEAS OF A.L. SIMANOV

In this article, the author pays tribute to the founder and first editor-in-chief of the journal “Philosophy of Science,” Doctor of Philosophy Aleksander Leonidovich Simanov.

dovich Simanov. This renowned scientific methodologist focused primarily on the philosophy of physics, where he covered a large number of topics in detail, imparting his unique insight into them. For example, he understood scientific metaphysics methodologically, i.e. as a way to generate scientific hypotheses that are subsequently tested empirically. A.L. Simanov viewed metaphysics and methodology dialectically from the standpoint of historical materialism, emphasizing the fundamental incompleteness of scientific knowledge and pointing to the gradual transition from the metaphysics of objects to the metaphysics of states and structures. His approach differed from scientific structuralism in recognizing the existence of an object's internal structure, whose change occurs not only due to the intervention of external forces, but also due to its internal evolution, as well as through changes in its internal qualities in response to external influences.

Keywords: metaphysics; methodology of physics; causality and determinism; anthropic principle; multiplicity of the Universe; fundamental constants

Год назад российская философия науки понесла огромную утрату: 18.06.2025 г. ушел из жизни основатель и первый главный редактор журнала «Философия науки» Александр Леонидович Симанов. Это был выдающийся отечественный ученый, специализирующийся в области философии физики. Благодаря аналитическому уму и широте мышления он проработал почти все открытые проблемы философии физики и внес неоценимый вклад в их решение.

В творчестве А.Л. Симанова можно выделить несколько основных этапов, хотя к некоторым темам он неоднократно возвращался в разные периоды своей научной деятельности. Много внимания Александр Леонидович уделял разработке методологии физических теорий, пониманию пространства и времени, понятию состояния системы в квантовой механике, проблеме причинности и роли метафизических представлений в физике. Он ясно видел моменты противоречий, возникающих в ходе развития физических теорий, анализировал их и пытался разрешить.

В знак памяти об Александре Леонидовиче вспомним его основные идеи. И хотя в одной статье невозможно подробно рассмотреть все его достижения, мы постараемся кратко затронуть основные темы его творчества.

Метафизика

Метафизика основывается на предположении о единстве природы как материального мира. Ее роль состоит в указании связи различных физических теорий в единое мировоззрение. Метафизические гипотезы становятся основой для формулирования научных гипотез, имеющих методологическое значение: «методологические возможности философии вместе с методологическими возможностями самих теорий позволяют выдвигать (в случае недостаточной эмпирической базы) такие метафизические гипотезы, которые в ходе развития научного познания могут эволюционировать в научные гипотезы, предполагающие возможность если не непосредственного, но хотя бы опосредованного эмпирического обоснования» [5, с. 97].

При переходе от метафизического уровня к научному происходят математизация и уточнение предсказаний, гипотезы доводятся «до числа». Дальнейшая научная работа состоит в проверке истинности предсказаний выдвинутых научных гипотез. Наиболее общие гипотезы начинают играть роль принципов, формируя научную методологию. «...Метафизика как методологический подход наиболее явно (но при этом осознанно не выражено, не сформулировано и в полной мере не проанализировано) проявляется в исследовании проблематики структуры материи, сущности пространства и времени, представления о которых фактически являются базисом фундаментальной физики» [5, с. 98].

Основные проблемы философии физики возникают при попытках согласовать различные физические теории. Так было при появлении электродинамики, когда требовалось согласовать представления об электромагнитных явлениях с представлениями механики. Так было и при появлении квантовых теорий, когда они вступили в противоречие с теориями классической физики. И это противостояние классических и квантовых теорий породило целый ряд проблем, до сих пор не решенных ни в физике, ни в философии. То есть непротиворечиво согласовать классические и квантовые представления до сих пор не удастся.

Критикуя современные попытки построить теории великого объединения, А.Л. Симанов показал эволюцию метафизических представлений, происходящую по мере развития физики. От феномено-

логических предметных представлений классической механики научная метафизика эволюционирует через понятие симметрии, открывая все более сложные виды симметрии в квантовой теории поля и теории относительности, к понятию процессов. Таким образом, стремления физиков построить «вечную», неизменную методологическую и метафизическую основу современных научных представлений нереалистичны. Метафизические представления будут эволюционировать в дальнейшем. «Метафизика, как мне представляется, – пишет А.Л. Симанов, – есть один из вынужденно явно или неявно необходимых методологических подходов к исследованиям в фундаментальной физике, который позволяет при отсутствии непосредственных эмпирических данных создавать логически и математически внутренне непротиворечивые гипотезы» [5, с. 97].

Категория пространства

Одной из важных составляющих метафизических представлений как взглядов на окружающий мир является категория пространства. В ходе развития физики понимание пространства очень сильно менялось, что приводило к возникновению неразрешимых противоречий. Пустое пространство ньютоновской механики не могло объяснить передачу действия на расстоянии. «Его пытались заполнить и оструктурировать, сделать не толькоместилищем, ареной событий, но и агентом, ответственным за физические процессы не только кинематически, но и физически. ...Процессы фактически описывались, но не объяснялись. Их природа по большей части оставалась в стороне» [13, с. 21]. В результате Ньютон не смог объяснить природу гравитации, что осталось открытой проблемой классической механики. С недоучетом энергии гравитации было связано основное эмпирическое несоответствие механики Ньютона – смещение перигелия Меркурия.

Попытки осмыслить физические процессы, происходящие в пространстве, приводили к появлению понятия субстанции, лежащего в основе многих понятий, например эфира. Понятие субстанции пришло в физику из античной философии, но все попытки согласовать его с физическими теориями и опытом заканчивались провалом. «Если атомы и пространство, рассуждал Фарадей, представляют

собой два различных структурных компонента мира, то следует признать непрерывность только пространства, так как атомы представляют собой различные и отделенные друг от друга объекты. Пространство, таким образом, должно пронизывать все тела, отделяя атомы друг от друга. Возьмем какой-нибудь изолятор, например сургуч. Если бы пространство было проводником, то изолятор должен был бы проводить ток, потому что пространство служило как бы металлической сеткой. Следовательно, пространство является изолятором. Но возьмем какой-нибудь проводник. И здесь все атомы окружены пространством. Но если пространство – изолятор, то ток не может проходить от атома к атому. Получается, что пространство должно быть проводником. Мы имеем, таким образом, теорию, противоречащую самой себе, и такой теории не место в системе физического знания» [13, с. 23]. То есть в рамках классической физики существовала проблема согласования механистических представлений с теориями электродинамики. Математически эта проблема проявлялась как неинвариантность уравнений Максвелла при преобразованиях Галилея. «Асимметрия теоретического построения, совершенно не опирающаяся ни на какую асимметрию опытных данных, недопустима» [13, с. 27].

Данная проблема была разрешена Эйнштейном в ключевой работе «К электродинамике движущихся тел» [17], где ему пришлось пересмотреть ряд фундаментальных понятий – пространства, времени, одновременности событий и расширить действие принципа относительности, а также понятие симметрии до группы Лоренца – Пуанкаре. «Математически можно построить такие симметрии, для которых эта группа является лишь подгруппой множества пространственно-временных симметрий. Отсюда следует вывод о необходимости расширения представлений о пространстве до некоторого суперпространства. И здесь возможны различные варианты построения таких суперсимметрий» [7, с. 54].

Поиск более общих типов симметрии привел физиков к построению различных теорий объединения, самыми известными из которых являются теории струн и петлевой квантовой гравитации. Однако построение данных теорий натолкнулось на трудности согласования классических и квантовых представлений в понимании пространства (проблема квантования гравитации). Трудности в научных

теориях привели к необходимости изменения метафизических представлений. «Новая парадигма, – пишет А.Л. Симанов, – предполагает, на мой взгляд, создание новой теории, синтезирующей космологические и квантовые представления, как науки не о предметах, а о процессах. Начавшись с описания фундаментальных структур микро- и мегамира, их взаимосвязи, она должна перейти к изучению процессов, формирующих эти структуры и взаимосвязи» [7, с. 65].

Таким образом, совершается переход от метафизики объектов к метафизике состояний.

Понятие состояния в физике

«Состояние – это понятие, отражающее специфическую форму реализации бытия, фиксирующее момент устойчивости в изменении, развитии, движении материальных объектов в некоторый данный момент времени при определенных условиях» [11, с. 166]. Это понятие отражает способы реализации бытия материальных объектов и разрешает противоречие между движением, изменением объектов и их покоем. Это не просто совокупность качеств, проявляемых в тех или иных отношениях, но и системы связей в этих отношениях. Состояние объекта играет главную роль в детерминации движения и развития. Таким образом, понятие «состояние» отражает наиболее существенное в реальности [11, с. 160].

Понятие состояния тесно связано с темами причинности и детерминизма, так как изменение состояния часто происходит благодаря внешнему вмешательству. А.Л. Симанов отмечал, что эти представления, имеют ограниченный характер, фактически сводя детерминизм исключительно к причинно-следственным связям. «В действительности, как показывает научное познание в течение всей его истории развития, детерминизм этими связями не ограничивается. Для более полного, объемного понимания детерминистских связей необходимо учитывать и другие факторы, влияющие на реализацию этих связей. К числу таких факторов относятся и состояния исследуемых объектов, влияющих на реализацию собственно причинно-следственных связей» [12, с. 157].

В рамках развивавшейся механистической концепции детерминизма понятие «состояние» играло существенную роль. «В XV–XVIII вв.

происходит постепенная онтологизация понятия “детерминация”, которое приблизилось по смыслу к понятию “обусловленность”. Под обусловленностью в этом случае понимается опосредованность явления условиями, при которых оно реализуется и с помощью которых познается» [14, с. 118]. В XVIII в. с развитием аналитической механики изменилось и понятие состояния, оно было распространено на Вселенную, что вызывалось представлением о Вселенной как изолированной системе [14, с. 119].

Выделение состояний отдельных объектов породило проблему смежности состояний. «Если понимать под смежностью непрерывную передачу действия через пространство (действие путем контакта), то в концепции Ньютона, где господствовала идея дальнего действия, вопрос о смежности не вставал или, в лучшем случае, сводился к отношению сосуществования, которое характеризуется рядоположенностью» [14, с. 120]. Далее развивается принцип близкодействия, в котором «в рамках натурфилософской картины мира понятие “состояние” в качестве общенаучного понятия получило законченное развитие как важнейший элемент лапласовской концепции детерминизма, и его интерпретация как понятия, близкого по смыслу к категории “действительность”, но отличающегося от нее большей конкретностью и возможностью формализованного представления, не вызывала в то время никакого сомнения» [14, с. 124].

При познании действительности важна полнота наших представлений о ней. «Описание состояния механического объекта назовем полным, если существует возможность предсказать его состояния в любой другой момент времени или выяснить состояния в прошлом. Необходимыми и достаточными условиями полноты описания состояния являются: 1) знание степеней свободы объекта, определяющих его положение, и знание составляющих скорости, определяющих его изменение; 2) знание уравнений движения и начального состояния объекта (последнее может быть сведено к первому условию, если считать характеристики, определяемые им, начальными)» [14, с. 118]. Таким образом, механистическая картина мира согласована с принципом причинного детерминизма, а с помощью уравнений Ньютона удалось выразить постоянство отношений между двумя последовательными состояниями одного и того же объекта [Там же].

Становление понятия «состояние» завершилось формированием натурфилософской картины мира.

При рассмотрении последовательности смены состояний подчеркивается зависимость внутреннего состояния от внешних воздействий. А.Л. Симанов указывает, что «любое состояние в любых явлениях проявляется в единстве внутреннего и внешнего, количества и качества. Ясно, что между внутренними и внешними состояниями объекта существует определенная взаимосвязь. Связь эта необходима, относительно устойчива, ибо в противном случае объект как таковой существовать не может. Кроме того, связь эта повторяющаяся, существенная и внутренне присущая объекту. Следовательно, она имеет характер закона» [11, с. 163].

Относительно одного отдельно взятого объекта А.Л. Симанов выделял «три типа связей состояний, описываемых соответствующими законами: 1) связь состояния объекта с состояниями других объектов; 2) связь между внутренними и внешними состояниями объекта; 3) связь состояний одного объекта в последовательные моменты времени» [11, с. 163]. Соответственно, «выделение трех типов связей состояний позволяет ввести типологию законов: 1) законы связей состояний объекта, отражающие связь между внутренними и внешними состояниями объекта; 2) законы связей состояний объекта, системы как целого в последовательные моменты времени; 3) законы связей состояния различных объектов» [Там же].

Но чтобы понятие «состояние» приобрело статус общенаучного понятия и вошло в научную картину мира, необходимо развитие не только естественно-научных основ этой картины мира, но и соответствующих философских представлений. Методологические функции понятия «состояние» сводятся к следующим моментам. «Во-первых, с помощью понятия “состояние” раскрывается основное противоречие движения, его смысл. Во-вторых, знание состояния объекта подразумевает знание ограниченного класса характеристик, выявляемых в рамках тех теорий, которые изучают мир. В-третьих, законы движения материальных, социальных, психологических и пр. объектов предпочтительнее формулировать с использованием понятия “состояние”. В-четвертых, – и это самое главное – всякое изучение объекта необходимо начинать, да оно и начинается, с выделения его состояний либо состояния. В-пятых, знание состояний объ-

ектов предполагает их классификацию по степени общности и выделение такого состояния, которое с максимальной полнотой характеризует все возможные в рамках существующей картины мира идеализированные состояния. В-шестых, знание состояний и законов их изменений определяет возможности получения званий о прошлых и будущих состояниях. Разумеется, методологические функции категории «состояние» применительно к научной картине мира не сводятся только к названным выше. Необходимо проводить дополнительные исследования, чтобы разрешить этот вопрос с максимальной полнотой» [11, с. 167].

Также особое место понятие «состояние» занимает в гуманитарных науках. Применение понятия «состояние» к историческому процессу позволяет разделять его на этапы на основе выделения определенных качественных и количественных характеристик и продолжать далее детальное изучение каждого отдельного этапа. Хотя временами периодизация бывает спорной, в гуманитарных науках основное внимание уделяется сохранению внутренней стабильности.

Методологические принципы физики

В процессе развития физики произошел переход от классических теорий к неклассическим, что сопровождалось не только сменой онтологических представлений, но и необходимостью пересмотреть методологию. Некоторые принципы физической методологии оказались несогласованными с новыми, неклассическими, теориями. Например, для классической физики характерно понимание объекта как независимо существующего, познаваемого и измеримого, подчиняющегося действию механической детерминистической причинности. Квантовая механика заставила отказаться от этих принципов классической механики, поскольку влияние наблюдателя на объект нарушало эволюцию системы недетерминированным образом, а познаваемость ограничивалась принципом неопределенности Гейзенберга.

Несогласованность физической методологии требовала глубокой философской работы. А.Л. Симанов отмечал: «На мой взгляд, существовала возможность построить методологическую систему на основе диалектико-материалистической философии, тем более что

элементы такого подхода присутствуют и у Эйнштейна, и у Бора, и у многих других исследователей. Но ряд объективных условий и субъективных факторов не могли “допустить” подобного направления в развитии методологической системы неклассического периода. К тому же все попытки в данном направлении, которые предпринимались в марксистской методологической литературе, во многом осуществлялись негодными средствами и носили скорее идеологический, чем методологический характер. В итоге не удалось решить достаточно строго и полно ни одну из методологических проблем, поставленных развитием неклассической физики. Были получены, однако, весьма фундаментальные результаты, позволяющие сделать вывод, что неклассическая методологическая система не может принять достаточно замкнутый и строгий вид, на мой взгляд, именно из-за феноменологического характера неклассической физики, который был глубоко подмечен Эйнштейном, пытавшимся разработать единую теорию, объясняющую реальность» [10, с. 45].

Открытая проблема несогласованности физической методологии побудила А.Л. Симанова серьезно заняться разработкой системы методологических принципов. Его система методологических принципов подробно изложена в целом ряде работ [2; 3; 6; 8; 9; 15]. Здесь более подробно будет освещен лишь антропный принцип.

Антропный принцип

Данный принцип предложил английский математик Б. Картер в 1973 г. [1]. Он указал на ограниченность нашего восприятия Вселенной: то, что мы ожидаем наблюдать во Вселенной, ограничено условиями нашего существования как наблюдателей. «Антропный принцип, – отмечает А.Л. Симанов, – был сформулирован на основе анализа так называемой гипотезы больших чисел. Исследуя проблему фундаментальных физических постоянных, таких как, например, гравитационная постоянная, Поль Дирак предположил, что их величины обусловлены возрастом фридмановской Вселенной» [4, с. 117]. Данный принцип представляет перевернутую с ног на голову причинно-следственную связь и формулируется в двух основных формах: 1) слабый – утверждает, что наблюдаемая структура Вселенной объясняется тем, что только в определенных условиях возможны ра-

зумные наблюдатели; 2) сильный – предполагает, что Вселенная изначально была «настроена» для возникновения жизни. Слабый антропный принцип гласит, что наше положение во Вселенной с необходимостью является особенным, поскольку должно быть совместимо с нашим существованием как наблюдателей. В соответствии с сильным антропным принципом Вселенная (и фундаментальные константы) должна быть такой, чтобы в ней на некотором этапе ее эволюции допускалось существование наблюдателей.

Типичным оправданием антропного принципа служит модель множественных вселенных, предполагающая сосуществование вселенных с различными параметрами. А мы, соответственно, живем в такой вселенной, потому что она позволяет существование наблюдателей [19]. То есть в нашей Вселенной сочетания констант случайно оказались благоприятными для появления наблюдателя.

А.Л. Симанов отмечал, что «антропный принцип не вытекает из анализа процессов, происходящих в природе, и поэтому сам по себе не может служить оправданием специфики нашей Вселенной. В контексте же идеи существования множества вселенных он становится “пустым” принципом: каждая вселенная, в том числе и наша, такова, какова она есть в силу естественных процессов, формирующих ее, но не как следствие действия некоего антропного принципа» [4, с. 116]. Соответственно, данный принцип не имеет онтологических философских оснований: можно видеть, что антропный принцип «не соотносится с каким-либо природным процессом или их группой, т.е. не имеет онтологической нагруженности и абсолютно метафизичен в самом негативном смысле. Кроме того, в основе этого принципа лежат представления о фундаментальных постоянных, которые, как утверждают большинство его сторонников, якобы определяют вид Вселенной. Я же считаю, – пишет А.Л. Симанов, – что, наоборот, вид Вселенной определяет эти постоянные» [7, с. 60].

Роль фундаментальных физических постоянных

Значимость дискуссии об антропном принципе придает тонкая подстройка фундаментальных постоянных: констант взаимодействия, масс и зарядов частиц. Они определяются экспериментально, не следуют из теории, представляют собой непериодические деся-

тичные дроби, и нет обоснования, почему фундаментальные параметры имеют именно такие значения. Но если их немного «пошевелить», т.е. математически придать немного отличающиеся значения, то у нас не будет Вселенной в ее прежнем виде (тонкая настройка Вселенной). Так, например, если бы сильное ядерное взаимодействие было на 2% сильнее, чем сейчас (т.е. если бы константа сильного взаимодействия, была на 2% больше), а остальные константы остались бы неизменными, ядра водорода образовывали бы соединение двух протонов, а не дейтерий, тритий и гелий [18].

А.Л. Симанов предлагал изменить подход к пониманию констант. «В рамках же классической физики считается, что константы сами определяют процессы: процессы таковы потому, что таковы константы» [7, с. 65–66]. С его точки зрения, «процессуальный подход позволит, по нашим первым прикидкам, построить теорию, в которой роль этих констант меняется с ведущей на вспомогательную, поскольку такой подход предполагает выделение глубинных процессов, определяющих константы» [7, с. 66].

* * *

Александр Леонидович Симанов был одним из организаторов философской работы в новосибирском Академгородке [16]. Он организовывал философские семинары, объединяющие ученых, работающих в различных областях, создал школу философии науки, был инициатором создания и главным редактором журнала «Философия науки». Широта мысли А.Л. Симанова поражает воображение. Он затронул широкий спектр вопросов, связанных с философией и методологией физики. Однако не все эти темы были проработаны им до конца. К наиболее проработанным относятся развитие методологии физики и анализ ее методологических принципов.

Собственная методология исследования А.Л. Симанова, которую он применял к исследованию широкого спектра различных проблем, базировалась на марксистском учении. Особенно заметно влияние исторического материализма, с точки зрения которого современное состояние науки не является окончательным, наука будет продолжать развиваться дальше. Александр Леонидович последовательно критиковал попытки рассматривать решения современных проблем фи-

зики как окончательные и указывал направления дальнейшего развития. Например, он подчеркивал совершающийся переход от метафизического (объектного) стиля мышления к структуралистскому и операциональному, когда физическая проблема рассматривается как связь отношений и процессов.

Отечественная философия понесла невосполнимую утрату с уходом из жизни А.Л. Симанова. Но его дело продолжают его многочисленные ученики. Ключевые направления мировой философии науки, такие как реализм, натурализм, и другие, также следующие в направлении обсуждения роли метафизики в науке, продолжают дискуссии о месте ученых в обществе, о роли науки в современном мире.

Литература

1. *Картер Б.* Совпадения больших чисел и антропологический принцип в космологии // Космология: теории и наблюдения. М.: Мир, 1978. С. 369–379.
2. *Корухов В.В., Симанов А.Л.* Принцип соответствия в физическом познании // Философия науки. 2005. № 2 (25). С. 53–63.
3. *Корухов В.В., Симанов А.Л., Шарыпов О.В.* Методологические проблемы исследования структуры пространства // Философия науки. 2001. № 3 (11).
4. *Симанов А.Л.* Антропный принцип и идея множественности вселенных // Философия науки. 2016. № 3 (70). С. 116–121.
5. *Симанов А.Л.* Заметки о роли и месте метафизики в фундаментальных физических теориях // Философия науки. 2020. № 4 (87). С. 97–101.
6. *Симанов А.Л.* Метафизические основания представлений о пространстве. Часть I: Философское введение // Философия науки. 2007. № 4 (35). С. 19–32.
7. *Симанов А.Л.* Метафизические основания представлений о пространстве. Часть IV: Концепции объединения // Философия науки. 2009. № 3 (42). С. 44–67.
8. *Симанов А.Л.* Методологическая функция философии и научная теория. Новосибирск: Наука, 1986. 235 с.
9. *Симанов А.Л.* Опыт разработки системы методологических принципов естественно-научного познания – I // Философия науки. 2001. № 1 (9). С. 3–32.
10. *Симанов А.Л.* От «ньютонианства» к «эйнштейнианству»: эволюция методологии физического исследования // Философия науки. 2005. № 4 (27). С. 24–47.
11. *Симанов А.Л.* Понятие «состояние» в научном познании // Философия науки. 2021. № 3 (90). С. 156–168.
12. *Симанов А.Л.* Понятие «состояние» в системе детерминистских концепций // Философия науки. 2021. № 4 (91). С. 58–69.
13. *Симанов А.Л.* Проблема эфира // Философия науки. 1996. № 1 (2).

14. *Симанов А.Л.* Эволюция понятия «состояние» в естествознании // Философия науки. 2022. № 4 (95). С. 114–126.
15. *Симанов А.Л., Стригачев А.* Методологические принципы физики: Общее и особенное / Отв. ред. О.С. Разумовский. Новосибирск: Наука, 1992. 219 с.
16. *Сторожук А.Ю.* К истории обсуждения противостояния ламаркизма и менделизма в нашей стране (новосибирский Академгородок, научно-методологические семинары и социальная ангажированность знания) // Сибирский философский журнал. 2023. № 3 (21). С. 121–143.
17. *Эйнштейн А.* К электродинамике движущихся тел // Эйнштейн А. Собрание научных трудов: В 4 т. Т. 1: Работы по теории относительности 1905–1920 гг. М.: Наука, 1965. С. 1–38.
18. *Davies P.C.W.* How bio-friendly is the universe? // International Journal of Astrobiology. 2003. Vol. 2, iss. 02. P. 115–120. DOI: 10.1017/S1473550403001514.
19. *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics: A Fundamental Exposition* by Hugh Everett, III, with Papers by J.A. Wheeler, B.S. DeWitt, L.N. Cooper and D. Van Vechten, and N. Graham / Ed. by B.S. Dewitt and N. Graham. Series: Princeton Series in Physics. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1973.

References

1. *Carter, B.* (1978). Large number coincidences and the anthropic principle in cosmology. In: *Cosmology: Theories and Observations*. Moscow, Mir Publ., 369–379. (In Russ.).
2. *Korukhov, V.V. & A.L. Simanov.* (2005). The correspondence principle in physical knowledge. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 2 (25), 53–63. (In Russ.).
3. *Korukhov, V.V., A.L. Simanov & O.V. Sharipov.* (2001). Methodological problems of research of space structure. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 3 (11). (In Russ.).
4. *Simanov, A.L.* (2016). The anthropic principle and the idea of multiple universes. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 3 (70), 116–121. (In Russ.).
5. *Simanov, A.L.* (2020). Notes on the role and place of metaphysics in fundamental physical theories. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 4 (87), 97–101. (In Russ.).
6. *Simanov, A.L.* (2007). Methaphysical bases for concepts of space. Part I: Philosophical introduction. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 4 (35), 19–32. (In Russ.).
7. *Simanov, A.L.* (2009). Metaphysical bases of ideas about space. Part IV: Concepts of the association. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 3 (42), 44–67. (In Russ.).
8. *Simanov, A.L.* (1986). Methodological Function of Philosophy and Scientific Theory. Novosibirsk, Nauka Publ., 235. (In Russ.).
9. *Simanov, A.L.* (2001). The trial of development of a system of methodological principles of natural sciences – I. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 1 (9), 3–32. (In Russ.).

10. *Simanov, A.L.* (2005). From Newtonian view to Einsteinian one: the evolution of methodology of research in physics. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 4 (27), 24–47. (In Russ.).
11. *Simanov, A.L.* (2021). Place and role of the concept of state in scientific knowledge. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 3 (90), 156–168. (In Russ.).
12. *Simanov, A.L.* (2021). The concept of state in the system of determinist conceptions. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 4 (91), 58–69. (In Russ.).
13. *Simanov, A.L.* (1996). The problem of ether. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 1 (2). (In Russ.).
14. *Simanov, A.L.* (2022). Evolution of the concept of “state” in natural science. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 4 (95), 114–126. (In Russ.).
15. *Simanov, A.L. & A. Strigachev; O.S. Razumovsky* (Ed.). (1992). *Methodological Principles of Physics: General and Special*. Novosibirsk, Nauka Publ., 219. (In Russ.).
16. *Storozhuk, A.Yu.* (2023). On the discussion of the confrontation between Lamarckism and Mendelism in Russia (Novosibirsk Academgorodok, methodological seminars and social embedding of knowledge). *Sibirskiy filosofskiy zhurnal [Siberian Journal of Philosophy]*, 3 (21), 121–143. (In Russ.).
17. *Einstein, A.* (1965). On the electrodynamics of moving bodies. In: A. Einstein. *Collection of Scientific Works: In 4 vols. Vol. 1: Works on the Theory of Relativity, 1905–1920*. Moscow, Nauka Publ., 1–38. (In Russ.).
18. *Davies, P.C.W.* (2003). How bio-friendly is the universe? *International Journal of Astrobiology*, Vol. 2, Iss. 02, 115–120. DOI: 10.1017/S1473550403001514.
19. *Dewitt, B.S. & N. Graham* (Eds.). (1973). *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics: A Fundamental Exposition by Hugh Everett, III, with Papers by J.A. Wheeler, B.S. DeWitt, L.N. Cooper and D. Van Vechten, and N. Graham*. Series: Princeton Series in Physics. Princeton, N.J., Princeton University Press.

Информация об авторе

Сторожук Анна Юрьевна – Институт философии и права СО РАН (630090, Новосибирск, ул. Николаева, 8).

stor71@mail.ru

Information about the author

Storozhuk, Anna Yurievna – Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (8, Nikolaev St., Novosibirsk, 630090, Russia).

stor71@mail.ru

Дата поступления 15.04.2026.
Принята к публикации 10.04.2026.

УДК: 117

DOI: 10.15372/PS20260210

EDN: AUKHCH

О.В. Трапезов**К НАСЛЕДИЮ А.Л. СИМАНОВА**

Рассматриваются место и роль метафизических представлений в формировании концепции объединения на базовых константах геометрического представления пространства-времени. Обращается внимание, что такой базовой основой может служить представление о симметрии-асимметрии, которое позволит построить объясняющую, а не феноменологическую теорию.

Ключевые слова: методология; пространство; симметрия; асимметрия

O.V. Trapezov**ON THE SCIENTIFIC HERITAGE OF A.L. SIMANOV**

The article examines the place and role of metaphysical ideas in the development of the concept of unification based on the basic constants of the geometric representation of spacetime. It is noted that the concept of symmetry-asymmetry can serve as such a basic foundation, allowing for building an explanatory, rather than a phenomenological, theory.

Keywords: methodology; space; symmetry; asymmetry

Философские представления профессора А.Л. Симанова и обсуждения на руководимых им межинститутских философских (методологических) семинарах, проводившихся на базе Института философии и права СО РАН, затрагивали методологические принципы естественно-научного познания и истории философии науки в попытке ответить на вопрос: что можно назвать философией науки? Серия работ Александра Леонидовича по философии науки и посвящена анализу методологических и философских вопросов, связанных с ограничен-

ностью классической физики и ролью философии в понимании ее оснований и пределов. Поднимались вопросы философии, методологии и теории в контексте становления и развития классической, неклассической и постнеклассической физики, объединения космологии и физики высоких энергий в контексте их унификации в рамках научных исследований. При этом рассматривалось, насколько философские представления охватывают формирующуюся картину мира, ставилась под вопрос полнота философских концепций применительно к новым физическим теориям [5; 9; 10].

Исследуя эволюцию космологических представлений XVII–XVIII вв., Александр Леонидович показывает, как философские основания, включая рационализм и эмпиризм, сформировали экспериментально-математическое мировоззрение, которое повлияло на всю структуру научного знания того времени. При этом, несмотря на все критические атаки, в космологии Нового времени все еще господствовали метафизические представления ньютоновской космологии. А время, когда стало возможным пытаться унифицировать описание пространства, времени и материи, наступило лишь в XX в. [4; 6; 7; 11; 12].

В статье «Эпистемологические основания идеи множественности миров: первый шаг – космология» [12] приводятся размышления о том, что стало первым шагом в идее унифицировать фундаментальные физические теории. Обращается внимание на то, что принятая А. Эйнштейном попытка создать теорию, объединяющую электромагнитные и гравитационные силы на основе геометрического представления пространства-времени, все еще носила гипотетико-дедуктивный характер. Предполагается, что такое объединение должно опираться на базовые константы геометрического представления пространства-времени. Александр Леонидович отмечает, что такой базовой основой может служить понятие симметрии, поскольку выявление причин возникновения симметрии и великого разнообразия видов симметрии позволит построить объясняющую, а не феноменологическую теорию симметрии.

Как писал В.И. Вернадский, «новым в науке явилось не выявление принципа симметрии, а выявление его всеобщности» [2]. Вопрос о философском смысле нарушения билатеральной симметрии у абсолютного большинства ныне живущих организмов до сих пор остается

без ответа. Мой доклад «Эволюционирующие системы левосторонне-асимметричны?», опубликованный в 1996 г. в журнале «Философия науки» [13], стал началом моего участия в работе межинститутских философских (методологических) семинаров.

Остановимся на исследовании проблемы симметрии-асимметрии в современной науке.

Понятие симметрии-асимметрии появляется уже на заре формирования теории познания. Так, принцип симметрии в поэме Парменида «О природе» побудил Аристотеля, не представлявшего себе Землю иначе как симметричной, предсказать наличие «неизвестной южной земли» в противовес континентам в северной полусфере (позднее ею оказалась Антарктида). Гераклит в сочинении с таким же названием «О природе» противопоставляет симметрии асимметрию – условие, при котором мир находится в постоянном становлении, движении и борьбе противоположностей, объединенных Логосом.

Среди проблем, которые ставит перед собой ученый, исповедующий кредо Парменида, – проблема синтеза: мир – это «порядок из хаоса». Для тех, кто придерживается в науке линии Гераклита, это мир нестабильный, эволюционирующий не только от простого к сложному, но и от сложного к простому.

В явном виде идея симметрии выражена в третьем законе Ньютона: $F = -F$ (действие равно противодействию). Все законы сохранения в физике связаны с симметричными свойствами однородности и изотропности пространства и времени. И хотя сегодня «атомная физика» Платона кажется наивной, принцип симметрии и спустя два тысячелетия остается основополагающим принципом современной физики атома. За это время наука прошла путь от осознания симметрии геометрических тел к пониманию симметрии физических явлений.

Автор работ по квантовой электродинамике, квантовой теории поля, математической физике и астрофизике Фримен Джон Дайсон (Freeman John Dyson) на этот счет писал, что открытия последних десятилетий в области физики элементарных частиц заставляют нас обратить особое внимание на концепцию нарушения симметрии. Дайсон рассматривал нарушение симметрии не как фундаментальный изъян природы, а как необходимое условие для возникновения сложности, структуры и жизни во Вселенной. Он подчеркивал, что именно

нарушение симметрии позволяет частицам взаимодействовать, распадаться и создавать разнообразие, делая мир интересным и эволюционирующим, в то время как идеальная симметрия привела бы к статической, безжизненной картине. В момент своего возникновения при грандиозном взрыве Вселенная была симметрична и однородна. По мере остывания в ней нарушается одна симметрия за другой, позволяя образоваться атомам, звездам и жизни. Все развитие Вселенной с момента ее зарождения выглядит как непрерывная последовательность нарушений симметрии. Жизнь – это тоже нарушение симметрии [3; 15; 16].

В статье «Принцип дополнительности как фактор унификации физических теорий...» [8] Александр Леонидович показывает, как один из ключевых создателей квантовой механики и современной физики Нильс Бор [1] по пути аналогии закономерно пришел к принципу соответствия, а от него – к принципу дополнительности. И это было не случайно, потому что такой путь есть путь симметрии. Аналогия является специфической формой симметрии как единство противоположностей (изменения и сохранения).

Важнейшее свойство симметрии – сохранение (инвариантность) тех или иных признаков (геометрических, физических, биологических) по отношению к вполне определенным преобразованиям. Математическим аппаратом изучения симметрии сегодня являются теория групп и теория инвариантов.

Симметрия пространства – это его однородность и изотропность. Однородность пространства означает, что каждый физический прибор должен работать одинаково в любой точке пространства. Изотропность пространства означает, что свойства объектов не зависят от направления в пространстве. Однородно не только пространство, однородно и время. Это означает, что физические процессы идут одинаково, когда бы они ни начинались. Физика не стоит на месте, а ее законы постоянно обновляются. На основе теорий Большого взрыва и Суперобъединения физика пришла к идее суперсимметрии, т.е. симметрии, объединяющей все типы элементарных частиц в единое целое в рамках теорий суперструн и геометрии искривленного пространства.

Крайне интересна идея симметрии в геологии [14]. Можно обнаружить широкое распространение проявлений симметрии в строении

геологических тел самых различных размеров и самого разного происхождения, входящих в состав земной коры. Среди этих проявлений симметрии значительную часть составляют разнообразные симметричные структуры, образование которых связано с разрядкой механических напряжений, возникающих в геологических телах по разным причинам (тектонические движения, сокращение объема при охлаждении или дегидратации). Обращение к симметрии этих структур, к закономерной повторяемости их элементов (структурных форм) позволяет подойти к рассмотрению механизмов образования таких структур с принципиально новых позиций.

При рассмотрении разнородных геологических образований, помимо классического представления о симметрии, используются новые понятия о расширенной симметрии, учения об антисимметрии и динамической симметрии. Все эти понятия образуют единый методологический комплекс. Учение о симметрии в геологии, формирующееся на границе геометрической кристаллографии и наук геологического цикла, является сейчас новым научным направлением, требующим всемерного углубления и дальнейшего развития. Объектом этой новой дисциплины выступают геометрические закономерности как всей планеты в целом, так и отдельных ее составляющих на различных уровнях организации вещества. Выявление симметрии размещения и внутреннего строения тектонических структур и других геологических образований, контролирующих размещение полезных ископаемых, помимо того, что представляет теоретический интерес, имеет и огромное прикладное значение.

Когда целое делится на две одинаковые (симметричные) части, вначале между ними нет никакой асимметрии. Асимметрия появляется после того, как только одна из частей изменяется – эволюционирует. Стало быть, явления асинхронии и асимметрии сопряжены. В результате асинхронной эволюции симметричной системы всегда возникает асимметрия, а превращение симметричной системы в асимметричную всегда означает асинхронную эволюцию подсистем.

Формализм нового типа симметрии – суперсимметрии, соединяющей бозоны и фермионы в единый мультиплет, позволяет в известной степени обойти указанные трудности. Введение калибровочной инвариантности позволило, в свою очередь, представить гравитацию как

калибровочную силу, соответствующую такой суперсимметрии. Созданная на этой основе теория гравитации, названная супергравитацией, дала базу для суперобъединения. Супергравитация отличается от обычной гравитации тем, что в качестве переносчиков взаимодействия выступает суперсимметричное семейство частиц, а не одна частица – гравитон. Фактически суперсимметрия есть расширение пространственно-временных симметрий. Действительно, обычное пространство в теории относительности обладает симметрией относительно группы Лоренца – Пуанкаре. Но математически можно построить такие симметрии, для которых эта группа является лишь подгруппой множества пространственно-временных симметрий. Отсюда следует вывод о необходимости расширения представлений о пространстве до некоторого суперпространства.

Скорее всего, наблюдаемая нами асимметричность является частью какой-то более высокой симметрии, что соответствует методологическому принципу симметрии. И здесь возможны различные варианты построения таких суперсимметрий. Для решения этой проблемы пришлось воспользоваться предположением о существовании еще более элементарных форм материи, чем известные нам элементарные частицы, – преонов, каждый из которых несет по одному из известных нам фундаментальных зарядов: трех цветовых, двух по аромату и трех, соответствующих различным семействам [10].

Такой ситуации отвечает супергравитация уже в одиннадцати измерениях, которая эквивалентна четырехмерной расширенной супергравитации, содержащей расширенную внутреннюю симметрию для восьми электроядерных зарядов. На этом пути получены весьма обнадеживающие результаты, но эмпирическая проверка их невозможна, так как унификация такого рода может осуществляться при планковской энергии – энергии порядка 10^{19} ГэВ, а это уже масштабы космологической энергии.

Допускаем, что развитие асимметрии в процессе земной эволюции в последующем сопровождается анизотропной поляризацией воздействия гравитации на живые организмы, расширяющего за счет поляризации «вперед – назад» возможность активного поступательного движения в поисках пищи, а за счет поляризации «верх – низ» – также возможность активного поступательного движения, но уже

с локализацией в головной части тела рецепторов мозга. В результате у билатеральных форм были утрачены центр и оси симметрии, а от бесконечного множества плоскостей симметрии шара осталась только одна – медианная, делящая организм на левую и правую половины. Можно ли считать, что прогрессивная эволюция сопровождалась асимметризацией – закономерной утратой симметрии? Что эволюция шла от симметрии к асимметрии, и в этом смысле билатеральная симметрии прогрессивных форм есть последний бастион симметрии, который штурмует асимметрия? Тогда развитие билатеральной асимметрии, эволюционно самой молодой, ликвидирует последнее направление симметрии и создает трехмерно асимметричную структуру?

В заключение обратимся к публикации Александра Леонидовича «Проблема полноты философии науки в неклассической физике» [9; 10], где он пишет, что природа подсказывает нам великое множество вариантов объяснения и описания мира и нельзя априори отбрасывать те из них, которые нам не нравятся по тем или иным причинам. Толерантность и плюрализм как методологические принципы здесь суть обязательные условия достижения нашей общей цели – познания мира. Общность исходных методов (и фактически общий философско-методологический подход), построения теорий позволила начать поиски объединения взаимодействий в великое единое взаимодействие. Поиски привели к появлению нескольких конкурирующих теорий великого объединения, основанных на одной и той же идее – идее единой симметрии.

Литература

1. Бор Н. Избранные научные труды: В 2 т. М.: Наука, 1971. Т. II.
2. Вернадский В.И. Размышления натуралиста: Пространство и время в живой и неживой природе. М.: Наука, 1975. 173 с.
3. Дэйсон Ф.Дж. Будущее воли и будущее судьбы: Случай и необходимость // Природа. 1982. № 8. С. 60–70.
4. Симанов А.Л. Метафизика в космологии Нового времени // Философия науки. 2015. № 3 (66). С. 137–146.
5. Симанов А.Л. Нужна ли фундаментальной физике философия? Ч. II: От неклассической физики к постнеклассической философии // Философия науки. 2018. № 3 (78). С. 95–113.

6. Симапов А.Л. Предмет и структура философии науки в контексте ее развития. Ч. I: Классический период // Философия науки. 2013. № 1 (56). С. 20–59.
7. Симапов А.Л. Предмет и структура философии науки в контексте ее развития. Ч. II: Становление неклассического периода // Философия науки. 2013. № 2 (57). С. 27–47.
8. Симапов А.Л. Принцип дополнительности как фактор унификации физических теорий: Дополнительность и соответствие // Философия науки. 2017. № 2 (73). С. 66–86.
9. Симапов А.Л. Проблема полноты философии науки в классической физике // Философия науки. 2019. № 3 (82). С. 112–141.
10. Симапов А.Л. Проблема полноты философии науки в неклассической физике // Философия науки. 2019. № 4 (83). С. 88–109.
11. Симапов А.Л. Унификация: космология и физика высоких энергий // Философия науки. 2015. № 1 (64). С. 95–113.
12. Симапов А.Л. Эпистемологические основания идеи множественности миров: первый шаг – космология // Философия науки. 2015. № 4 (67). С. 70–75.
13. Трапезов О.В. Эволюционирующие системы левосторонне-асимметричны? // Философия науки. 1996. № 1 (2). С. 55–67.
14. Шафрановский И.И., Плотноков Л.М. Симметрия в геологии. Л.: Недра, 1975. 144 с.
15. Dyson F.J. A model of the origin of life // J Mol Evol. 1982. No. 18. P. 344–350. URL: <http://doi.org/10.1007/BF01733901>.
16. Dyson F.J. Origins of Life. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1985.

References

1. Bohr, N. (1971). Selected Scientific Works. In 2 vols. Vol. II. Moscow, Nauka Publ. (In Russ.).
2. Vernadsky, V.I. (1975). Reflections of a Naturalist: Space and Time in Living and Non-Living Nature. Moscow, Nauka Publ., 173. (In Russ.).
3. Dyson, F.J. (1982). The future of desire and the future of fate: Chance and necessity. Priroda [Nature], 8, 60–70. (In Russ.).
4. Simanov, A.L. (2015). Metaphysics in the cosmology of the New time. Filosofiya nauki [Philosophy of Science], 3 (66), 137–146. (In Russ.).
5. Simanov, A.L. (2018). Whether fundamental physics needs philosophy? Part II: From non-classical physics to post-non-classical philosophy. Filosofiya nauki [Philosophy of Science], 3 (78), 95–113. (In Russ.).
6. Simanov, A.L. (2013). The subject and structure of the philosophy of science in the context of its development. Part I: Classical period. Filosofiya nauki [Philosophy of Science], 1 (56), 20–59. (In Russ.).
7. Simanov, A.L. (2013). The subject and structure of the philosophy of science in the context of its development. Part II: The emergence of the non-classical period. Filosofiya nauki [Philosophy of Science], 2 (57), 27–47. (In Russ.).

8. *Simanov, A.L.* (2017). The complementarity principle as a factor of unification of physical theories: Complementarity and conformity. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 2 (73), 66–86. (In Russ.).

9. *Simanov, A.L.* (2019). The problem of the completeness of the philosophy of science in classic physics. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 3 (82), 112–141. (In Russ.).

10. *Simanov, A.L.* (2019). The problem of the completeness of the philosophy of science in non-classic physics. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 4 (83), 88–109. (In Russ.).

11. *Simanov, A.L.* (2015). Unification: cosmology and high-energy physics. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 1 (64), 95–113. (In Russ.).

12. *Simanov, A.L.* (2015). The epistemological bases of the idea of the plurality of worlds: the first step is cosmology. *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 4 (67), 70–75. (In Russ.).

13. *Trapezov, O.V.* (1996). Are evolving systems left-sided asymmetric? *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 1 (2), 55–67. (In Russ.).

14. *Shafraunsky, I.I. & L.M. Plotnikov.* (1975). *Symmetry in Geology*. Leningrad, Nedra Publ., 144. (In Russ.).

15. *Dyson, F.J.* (1982). A model of the origin of life. *J Mol Evol*, 18, 344–350. Available at: <http://doi.org/10.1007/BF01733901>.

16. *Dyson, F.J.* (1985). *Origins of Life*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Информация об авторе

Трапезов Олег Васильевич – Институт цитологии и генетики СО РАН (630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 10).

trapezov@dionet.nsc.ru

Information about the author

Trapezov, Oleg Vasilievich – Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (10, Academician Lavrentiev Ave., Novosibirsk, 630090, Russia).

trapezov@bionet.nsc.ru

Дата поступления 05.04.2026.

Принята к публикации 12.05.2026.



Рецензии

УДК: 168

DOI: 10.15372/PS20260211

EDN: GUURWL

А.А. Печенкин

РЕЦЕНЗИЯ НА КНИГУ А.В. РОДИНА «АКСИОМАТИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА НАУЧНЫХ ТЕОРИЙ»

Представлена рецензия на книгу А.В. Родина «Аксиоматическая архитектура научных теорий» (М.: DirectMedia, 2025).

Ключевые слова: аксиоматический метод; история аксиоматического метода; научная теория

A.A. Pechenkin

REVIEW OF A.V. RODIN'S BOOK “AXIOMATIC ARCHITECTURE OF SCIENTIFIC THEORIES”

This is a review of A.V. Rodin's book “Axiomatic Architecture of Scientific Theories” (Moscow, DirectMedia, 2025. In Russ.).

Keywords: axiomatic method; history of the axiomatic method; scientific theory

Книга А.В. Родина затрагивает широкий круг вопросов в области обоснования математики и логики: геометрию Евклида, геометрию Гильберта, формальную аксиоматику Гильберта и Бернаиса, ограни-

чительные результаты К. Геделя, обоснование математики в контексте «Элементов математики» Н. Бурбаки, секвенциональное исчисление Генцена, теоретико-категорные основания математики, аксиоматические теории в физике и вообще в естествознании.

В названии книги автор использует неопределенный термин «архитектура», заменив им привычное слово «структура». Само словосочетание «аксиоматическая теория» расплывается, и эта расплывчатость — один из существенных результатов рецензируемой книги: в современной математике под название «аксиоматическая теория» подпадают весьма разные как в логическом, так и в методологическом отношении концептуальные структуры.

В конце книги дается широкое и аморфное определение того, что такое аксиоматическая теория: «Мы будем называть теорией фрагмент теоретического знания, представленный в виде системы теоретических объектов и правил (человеческих) манипуляций с этими объектами. Аксиоматической теорией мы называем теорию, которая задается с помощью небольшого числа элементарных объектов и элементарных правил, позволяющих порождать новые объекты из данных объектов, а также строить новые правила, позволяющие порождать новые объекты из данных объектов, а также строить новые правила на основе данных правил. Будем называть эту порождающую процедуру выводом, не предполагая, что она имеет чисто синтаксический характер, но не приписывая ей какой-то определенной, в частности логической, семантики. В специальных семантических контекстах такие выводы называются дедукциями, продукциями, построениями и другими именами. Мы используем здесь термин “объект” в самом нейтральном и общем смысле этого слова и относим его не только к таким вещам, как точки, пространства, физические частицы и живые организмы, но и к символам, формулам, высказываниям и суждениям. Предполагается, что объекты данной теории являются стабильными (в том смысле, что они не изменяются и не исчезают, когда с их помощью порождаются новые объекты, а правила являются схематическими (в том смысле, что они могут применяться многократно к различным наборам объектов» (с. 188–189).

Можно ли считать это определение, демонстративно отказывающееся от четких «технических» формулировок, доводом в пользу скептицизма, фаллибилизма, релятивизма и подобных философских

течений, заявивших о себе во второй половине XX в. (доводом в пользу Поппера, Лакатоса, Хэнсона, Куна, Фейерабенда и других философов науки, приобретших в XXI в. статус классиков)? Можно ли рассматривать это определение как призыв к социальной эпистемологии, анализирующей (и ставящей во главу угла) не научное знание, а научные школы, дисциплины, исследовательские области, коллективы, сообщества, власть, финансирование, упорство, податливость, политику, нравы, национальные традиции и т.д.? Можно. Однако содержание рецензируемой книги значительно богаче оппозиции «фундаментализм – скептицизм (и фаллибилизм, релятивизм)». В ней речь идет об истории и методологии поиска оснований знания, о популярных и непопулярных трактовках самого понятия «обоснование», о новейших тенденциях в развитии математики – тенденциях либо ставящих проблему аксиоматического построения теории во главу угла, либо отодвигающих ее на периферию научного исследования.

Книга начинается главой «От Евклида до Гильберта», развенчивающей некоторые популярные прочтения «Начал» Евклида. Впрочем, у автора здесь есть известные предшественники: В.А. Успенский, Я. Хинтиikka, М. Фридман и др. (на Хинтикку и Фридмана автор ссылается). «Вопреки распространенному мнению, – пишет автор, – геометрия Евклида – это не набор высказываний, состоящий из аксиом и теорем, которые выводятся из аксиом по правилам вывода» (с. 12). Скорее эту теорию можно назвать «формой рационального рассуждения, в которой важную роль играют непропозициональные принципы» (там же).

Гильбертовский этап изложен в основном традиционно. Теоремы К. Геделя (одного из участников Венского кружка, между прочим, т.е. с традиционной советской и постсоветской точек зрения, неопозитивиста) «убедили большинство исследователей в том, что программа Гильберта в ее первоначальной форме провалилась» (с. 53). Автор, правда, здесь справедливо отмечает, что «идея теории доказательства как математической теории логических символических исчислений в стиле Гильберта выжила и получила дальнейшее развитие благодаря использованию более сложных математических методов» (с. 54).

Дальше рассматриваются «Элементы математики» Н. Бурбаки (здесь автор вполне традиционен). В книге цитируется гимн аксиома-

тике в «Архитектуре математики» Бурбаки: «То что аксиоматика ставит перед собой в качестве основной цели уразумение существа математики, именно этого не может дать логический формализм, взятый сам по себе» (с. 73).

Заслуживает внимания спор математического структурализма и теоретико-множественного субстанционализма, который фиксирует автор в связи с разбором статуса аксиоматического метода в «Элементах» Бурбаки, который он проводит. «Понятие “самодостаточной структуры”, – указывается в рецензируемой книге, – не нуждающейся в подлежащем множестве, не имеет в “Элементах” Бурбаки никакого строгого определения. Однако Бурбаки используют это понятие в практическом смысле, систематическим образом пренебрегая деталями их собственной теории множеств и связанного с этой теорией логического аппарата и игнорируя тот факт, что этот аппарат представляет собой официальное логическое основание всей их математики» (с. 79–80).

В книге впервые в нашей философской и историко-научной литературе разбираются теоретико-категорные основания математики. Автор приводит слова крупнейшего отечественного математика Ю. Манина, который пишет, что «на следующем этапе исторического процесса [начало которому положил в конце XIX века Г. Кантор в своих работах по теории множеств. – *Вставка автора*] множества уступили свое место категориям» (с. 103).

Объясняя этот концептуальный сдвиг, автор возвращается к представлениям школы Бурбаки. «Стандартный аксиоматический подход к теории множеств, начало которому положил Э. Цермело в 1908 г., использует в качестве нелогического примитива понятие принадлежности (x является элементом y), а не понятие отображения в какой-то форме. Это имеет отношение и для стандартного аксиоматического подхода к математическим теориям вообще, в которых используется теория множеств, как это делается в семантической версии аксиоматического метода у Бурбаки. Разумеется, отображения математических структур, например групповые гомоморфизмы, могут быть представлены с помощью таких средств. Однако теоретико-множественные детали таких представлений многие математики воспринимают как совершенно нерелевантные по отношению к теоретическому предмету исследования. ...В этом контексте успех теории категорий

как альтернативного языка, который позволяет описывать математические структуры в терминах их отображений и таким образом избавиться от ненужных теоретико-множественных подробностей, казался многим математикам (включая некоторых членов группы Бурбаки, таких как А. Картан, С. Эйленберг, А. Гротендик) способным осуществить мечту Бурбаки об исчезновении множеств» (с. 103–104).

А как еще объяснить теоретико-категорный сдвиг в основаниях математики, случившийся во второй половине XX в.? Никакой наглядной метаматематики (два раза «мета») у нас нет. Историко-научный поход, принятый автором, представляется здесь вполне уместным. Имена А. Картана, С. Эйленберга и А. Гротендика многое говорят не только профессиональным математикам, но и вообще образованной читающей публике.

В качестве примера теоретико-категорной аксиоматической системы в рецензируемой книге присутствует конструкция У. Ловера (F.W. Lawvere). Один из выводов здесь имеет общеметодологическое значение: «Теоретико-категорные структуры, свойства которых инвариантны не только относительно изоморфизмов, но и относительно категорных эквивалентностей, определенно лежат за пределами математики в стиле Бурбаки. ...Теория категорий не могла быть интегрирована в состав “Элементов” Бурбаки в полном объеме» (с. 111).

Приходится заметить, что обсуждение теории категорий составляет один из наиболее абстрактных и трудных для чтения разделов рецензируемой книги.

Возвращаясь к традиционной общеметодологической проблематике, автор посвящает несколько страниц естественному выводу и исчислению секвенций Генцена. Он верно отмечает, что Генцен предложил альтернативный подход (альтернативный традиционному, т.е. подходу Гильберта), «который предполагает использование более сложных правил вывода, но не предполагает логических тавтологий в качестве аксиом» (с. 131). При этом Генцен отметил, что правила введения логических символов представляют собой своего рода определения этих символов.

Объясняя нововведения Генцена, автор возвращается к своему экскурсу в историю аксиоматического метода, возвращается к «На-

чалам» Евклида: «Первые принципы Евклида – это правила, а не предложения, и, кроме теорем, которые являются предложениями, эта теория содержит проблемы, которые предложениями не являются. ...Теория Евклида – это теория генценовского, а не гильбертовского типов» (с. 132).

И далее: «...Многочисленные современные примеры валидных нелогических выводов можно найти в компьютерной науке и в цифровых информационных технологиях. Компьютерные системы, имплементирующие нелогические правила вывода, называют экспертными системами, такие системы используются для автоматизации рассуждений в конкретных предметных областях, например в области городских коммуникаций» (с. 133).

В целом, рецензируемая книга – не только компендиум современных проблем обоснования математики и вообще знания, претендующего на ясность и отчетливость, но и призыв к новой дискуссии о сути научного метода.

Информация об авторе

Печенкин Александр Александрович – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (119991, Москва, Ленинские горы, 1); Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН (125315, Москва, ул. Балтийская, 14).
alexandrpechenk@gmail.com

Information about the author

Pechenkin, Aleksandr Aleksandrovich – Lomonosov Moscow State University (1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia); S.I. Vavilov Institute for the History of Natural Science and Technology, Russian Academy of Sciences (14, Baltiyskaya St., Moscow, 125315, Russia).
alexandrpechenk@gmail.com

Дата поступления 12.04.2026.
Принята к публикации 12.05.2026.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. «Философия науки» – официальный научный журнал Сибирского отделения Российской академии наук и Института философии и права СО РАН, в котором бесплатно публикуются:

а) ранее не опубликованные научные статьи, содержащие новые результаты исследований в области философии, методологии, логики и истории естественных наук и математики, а также по фундаментальным проблемам естествознания;

б) ранее публиковавшиеся работы и архивные материалы по философии, методологии, логике и истории естественных науки и математики, содержащие оригинальные и актуальные для развития современной науки идеи, малоизвестные или неизвестные широкому кругу читателей;

в) рецензии на работы по философии, методологии и логике естественных наук и математики, опубликованные в других изданиях;

г) сообщения о проводимых научных конференциях, симпозиумах, конгрессах;

д) краткие научные сообщения, заметки, письма.

Основные разделы журнала:

«Общие вопросы истории и философии науки»,

«Проблемы логики и методологии науки»,

«Из истории науки»,

«Из архивов»,

«В помощь изучающим историю и философию науки»,

«Научная жизнь. Обзоры. Рецензии»,

«Из писем в редакцию».

2. Журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, доктора наук по философии.

3. Статьи, поступившие в редакцию, проходят экспертизу членов редколлегии и при необходимости направляются на внешнее рецензирование. О принятом решении автор извещается по адресу электронной почты, указанной в статье. Если решение отрицательное, редколлегия не вступает в переписку и теоретические дискуссии.

Недопустимо представлять в редакцию ранее опубликованные работы, а также статьи, скомпилированные из цитат и/или изложения ранее опубликованных работ, если при этом отсутствует новизна, связанная с развитием идей, изложенных в предыдущих работах.

4. Материалы должны быть тщательно подготовлены к публикации (см. образец оформления):

а) обязательным условием публикации материалов является наличие УДК, отвечающего основным разделам журнала;

б) в заглавии должны быть указаны инициалы и фамилия автора (авторов), название статьи;

в) после заглавия следует аннотация (на русском и английском языках, до 200 слов), где должна быть сформулирована основная идея работы и приведены ключевые слова (до 10 слов).

Название статьи и инициалы и фамилия автора (авторов) в аннотации представляются на русском и английском языках.

г) в конце статьи (после списка цитируемой литературы) в информации об авторе (авторах) необходимо полностью указать фамилию, имя, отчество, полное наименование места работы автора (авторов), должность, ученую степень и звание (при наличии), почтовый адрес, номер телефона, факса, электронную почту.

Информация об авторе (авторах) предоставляется на русском и английском языках.

4.1. Библиографические ссылки (см. образец оформления):

а) в тексте статьи в квадратных скобках указывается порядковый номер источника из списка ссылок, если приводится цитата – указываются страницы.

б) список ссылок оформляется в конце статьи в двух обязательных вариантах:

«Литература». Библиографическое описание ссылки включает: фамилию и инициалы автора (авторов), полное название публикации, издания (журнал, сборник, в котором опубликована цитируемая статья), город, название издательства или издающей организации, год издания, том (для многотомных изданий), номер, выпуск (для периодических изданий). При отсутствии цитирования, но при наличии ссылки, указывается объем публикации (для статей – первая и последняя страницы).

В описании ссылки на источник из Интернета кроме URL также обязательно указывается дата обращения (пример ссылки: *Михалевская А.С.* Миф и наука: проблемы взаимодействия в современном обществе: Автореф. дисс. ... канд. филос. наук. – URL: <http://cheloveknauka.com/mif-i-nauka-problemy-vzaimodeystviya-v-sovremennom-obschestve#ixzz4IiF3XIO1> (дата обращения 30.08.2016)

Сначала в алфавитном порядке помещается список цитируемых источников на русском языке, за ним – список иностранных источников (в порядке расположения букв латинского алфавита). Нумерация источников сплошная.

«References». Русскоязычные источники должны быть представлены в транслитерации и, в квадратных скобках, переводе авторов и названий на английский язык (нумерация сохраняется).

в) комментарии автора статьи оформляются в виде сноски (текст сноски располагается внизу страницы). При наличии в комментарии ссылки на источник последний оформляется как в тексте.

4.2. Переводы иностранных статей должны предоставляться с указанием полных выходных данных источника и текста оригинала. Переводчик должен получить у издателя или автора разрешение на публикацию перевода.

5. Материалы должны быть направлены только в электронной форме по E-mail: sasha_khl@mail.ru.

В электронной форме материалы должны быть набраны в программе Word for Windows (любая версия). Основной шрифт – Times New Roman. В случае необходимости использования других, нестандартных, шрифтов (вавилон-

ских, иероглифов, древнегреческих, латыни и других начертаний) необходимо приложить файл шрифтов. Размер шрифта – 14 пт. Межстрочный интервал – 1,5 строки. Все страницы должны быть пронумерованы. Другие стилевые оформления, включая применение табуляции, не допускаются.

Рисунки, схемы и графики – в форматах, допускающих редактирование. Рисунки, схемы и графики должны быть только черно-белыми, без цветных элементов и мелких (сплошных) заливок. Желательно – отдельными файлами.

Таблицы оформляются в текстовом редакторе Microsoft Word. Номер таблицы выравнивается по правому краю (выделяется курсивом), заголовок таблицы по центру (выделяется жирным шрифтом).

Формулы (математические, физические, логические) должны быть набраны в редакторе MathType. Нумерация формул дается по правому краю. Недопустимо использование в тексте статьи автоматической нумерации формул.

6. Размер научных статей, публикаций – до 30000 знаков по статистике Word'a, включая пробелы и знаки препинания; размер рецензий – до 15000 знаков, кратких рецензий – до 3000 знаков; размер научных сообщений, заметок, писем – до 15000 знаков.

Публикации, превышающие указанные объемы, допускаются к рассмотрению только по согласованию с редколлегией.

7. Корректурa авторам не высылаeтся.

8. Если статья возвращается автору для доработки, исправления или сокращения, то датой представления ее в журнал считается день получения редакцией окончательного текста.

9. Гонорар за публикуемые статьи, доклады, сообщения и рецензии не выплачивается.

10. Не принятые к публикации материалы авторам не возвращаются.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ И СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

УДК XXX.XX (Вместо X-ов вставить УДК, соответствующее статье)

И.И. Иванов

НАТУРАЛИСТИЧЕСКИЙ ПОВОРОТ: ПЕРВИЧНОСТЬ МЕТАФИЗИКИ*

В работе приведен ряд примеров, демонстрирующих преимущества рассуждений с точки зрения натуралистических представлений при анализе классических постановок скептического аргумента: неопределенность указания в рамках семантического приоритета, неопределенность и релятивизм онтологических допущений как следствие принятия во внимание проблемы недоопределенности теории данными и конструктивистских представлений об онтологии.

Ключевые слова: натуралистический поворот, скептицизм, семантический приоритет, недоопределенность, конструктивизм, реализм.

* Статья подготовлена при финансовой поддержке XXXX фонда (проект № xx-xx-xxxx).

I.I. Ivanov

NATURALISTIC TURN: PUTTING METAPHYSICS FIRST

The paper aims to illustrate one of the main features of the naturalistic turn – overcoming of the sceptic's challenge by «putting metaphysics first» (M. Devitt). The sceptic's argument is viewed as a consequence of the wrong direction of thought from a priori epistemology and/or semantics to a priori metaphysics. The naturalistic turn gives us a chance to give up the sceptic's argumentation by allowing to argue from empirical metaphysics to empirical epistemology and/or semantics. Various examples of the advantage of the naturalized view are given. In particular, it is shown how to avoid scepticism, which is a follow-up of the indeterminism and underdetermination problems and constructivist ideology.

Keywords: naturalistic turn, scepticism, semantic priority, underdetermination, constructivism, realism.

Примеры оформления постатейного списка литературы

1. Горан В.П. Онтологические и ценностные предпосылки доминирования рационализма и доминирования иррационализма в древнегреческой философии эпохи классического полиса / Материалы V Российского философского конгресса «Наука. Философия. Общество». Т. 2. Новосибирск: НГУ, 2009. С. 15–16. **(Если это ссылки на материалы семинаров, конференций, конгрессов и т.п.)**.
2. Гемпель К. Функция общих законов в истории / Розов Н.С. (ред.) Время мира. Вып. 1: Историческая макросоциология в XX веке. Новосибирск: НГУ, 2000. С. 13–26. **(Если это ссылки на статью в сборнике)**.
3. Карпович В.Н. Термины в структуре теории. Новосибирск: Наука, 1978.
4. Методологическое обоснование структурных исследований в космологии / И.И. Иванов, П.П. Петров, С.С. Сидоров и др. М.: Ин-т философии РАН. – 2000. – 315 с. **(Если это издание имеет трех и более авторов)**.
5. Симанов А.Л., Сторожук А.Ю. Историко-философские проблемы представлений о пространстве. Новосибирск: Изд-во Омега-Принт. – 2014. – 250 с. **(Если издание имеет двух авторов)**.
6. Целищев В.В. Рационалистический оптимизм и философия Курта Геделя // Вопросы философии. 2013. № 8. С. 12–23. **(Если это ссылка на журнал)**.
7. Davidson D. On the Very Idea of a Conceptual Scheme // Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association. 1974. Vol. 47. P. 5–20.

References

1. Goran V.P. Ontologicheskie i tsennostnye predposylki dominirovaniya ratsionalizma i dominirovaniya irratsionalizma v Drevnegrecheskoi filosofii epohi klassicheskogo polisa [Ontological and Axiological Background of the Prevalence of Rationalism and of the Prevalence of Irrationalism in the Ancient Greek Philosophy of the Classical City-State Epoch] / Materialy V Rossiiskogo filosofskogo kongressa «Nauka. Filosofiya. Obshchestvo». Tom 2. [Proceedings of the Vth Russian Philosophical Congress «Science. Philosophy. Society». Vol. 2] Novosibirsk: NGU, 2009. P. 15–16. (In Russ.)

2. *Hempel C.* Funtsciya obshchih zakonov v istorii [The Function of General Laws in History] / Rozov N.S. (red.) Vremya mira. Vyp. 1: Istoricheskaya makrosotsiologiya v XX veke. [N. Rozov (Ed.) Vremia Mira. Vol. 1. The Historical Macrosociology on XXth Century] Novosibirsk: NGU, 2000. S. 13–26. (In Russ.)

3. *Karpovich V.N.* Terminy v strukture teorii. [Terms in the Theory Structure] Novosibirsk: Nauka, 1978. (In Russ.).

4. Metodologicheskoe obosnovanie strukturnykh issledovaniy v kosmologii [Methodological substantiation of structural studies in cosmology] / I.I. Ivanov, P.P. Petrov, S.S. Sidorov i dr. M.; In-t filosofii RAN. – 2000. (In Russ.)

5. *Simanov A.L., Storozhuk A.Yu.* Istoriko-filosofskie problemy predstavlenii o prostranstve. [Historico-philosophical problems of ideas about the space] Novosibirsk: Isd-vo Omega-Print, 2014. (In Russ.).

6. *Tselishchev V.V.* Ratsionalisticheskii optimizm i filosofiya Kurta Gedelya [Rationalistical Optimism and the Philosophy of Kurt Godel] // Voprosy filosofii. [Questions of Philosophy] 2013. № 8. S. 12–23. (In Russ.)

7. *Davidson D.* On the Very Idea of a Conceptual Scheme // Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association. 1974. Vol. 47. P. 5–20.

Пример информации об авторе

Иван Иванович Иванов

Китежградский государственный университет, должность, ученая степень и звание (при наличии),

ул. Тупик, 2, Китежград, 630120, Россия

xxx@xxx.xxx (Вместо х-ов вставить соответствующий E-mail)

Ivan Ivanovich Ivanov

Kitezhgrad's State University, xxxxx.

2, Tupik st., Kitezhgrad, 630120, Russia

xxx@xxxx.xxx

Таблица транслитерации символов

Русский алфавит	Транслитерация	Русский алфавит	Транслитерация	Русский алфавит	Транслитерация
А	A	К	K	Х	KH
Б	B	Л	L	Ц	TS
В	V	М	M	Ч	CH
Г	G	Н	N	Ш	SH
Д	D	О	O	Щ	SHCH
Е	E	П	P	Ы	Y
Е	E	Р	R	Ь	'
Ж	ZH	С	S	Э	E
З	Z	Т	T	Ю	YU
И	I	У	U	Я	YA
Й	I	Ф	F		

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ЛОГИКИ И ФИЛОСОФИИ НАУКИ

<i>Михайлов И.Ф.</i> Мезокосмический горизонт: термодинамика, когнитивная наука и физические онтологии	3
<i>Сухно А.А., Гулин В.В.</i> Роль методов машинного обучения в естествознании: расширение когнитивных способностей и «компенсация предвзятости»	28
<i>Мукин В.А., Никитин К.А.</i> Философия физического эксперимента и наблюдения в эпоху больших данных и компьютерного моделирования	55
<i>Зимина Е.В.</i> Динамический модально-структурный реализм: номическая необходимость как условие возможности определенной динамики	65
<i>Нестерович Ю.В.</i> Очерк оптимизации понятия научной теории	79
<i>Гумиров В.Ш., Гумиров А.В., Свириденко Д.И.</i> Задачный подход и стратегическое семантическое моделирование	97
<i>Ярецкая Н.Г.</i> К вопросу о возможных причинах зарождения живой природы и ее качественного отличия от объектов неживой природы	118
<i>Резников В.М.</i> К классификации оценивания философской активности в науке научным сообществом	132

ПАМЯТИ АЛЕКСАНДРА ЛЕОНИДОВИЧА СИМАНОВА

<i>Сторожук А.Ю.</i> Философские идеи А.Л. Симанова	146
<i>Трапезов О.В.</i> К наследию А.Л. Симанова	161

РЕЦЕНЗИИ

<i>Печенкин А.А.</i> Рецензия на книгу А.В. Родина «Аксиоматическая архитектура научных теорий»	170
К сведению авторов	176

Научное издание

ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

№ 2 (112)

Редактор
Е.Б. Артемова

Компьютерная верстка и техническое редактирование
Т.Г. Чуевой

Дата выхода в свет 30.06.2026. Формат 60 × 84 1/16. Цифровая печать.
Усл. печ. л. 11,4. Уч.-изд. л. 10,3. Тираж 100 экз. Заказ № 135.

Сибирское отделение РАН. 630090, г. Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17.
Отпечатано в Сибирском отделении РАН. 630090, г. Новосибирск, Морской просп., 2.
Тел. 330-84-66, e-mail: e.lyannaya@sb-ras.ru

**Объединенный каталог
«Пресса России» 43787**

**Подписной каталог
«Урал-Пресс» 43787**